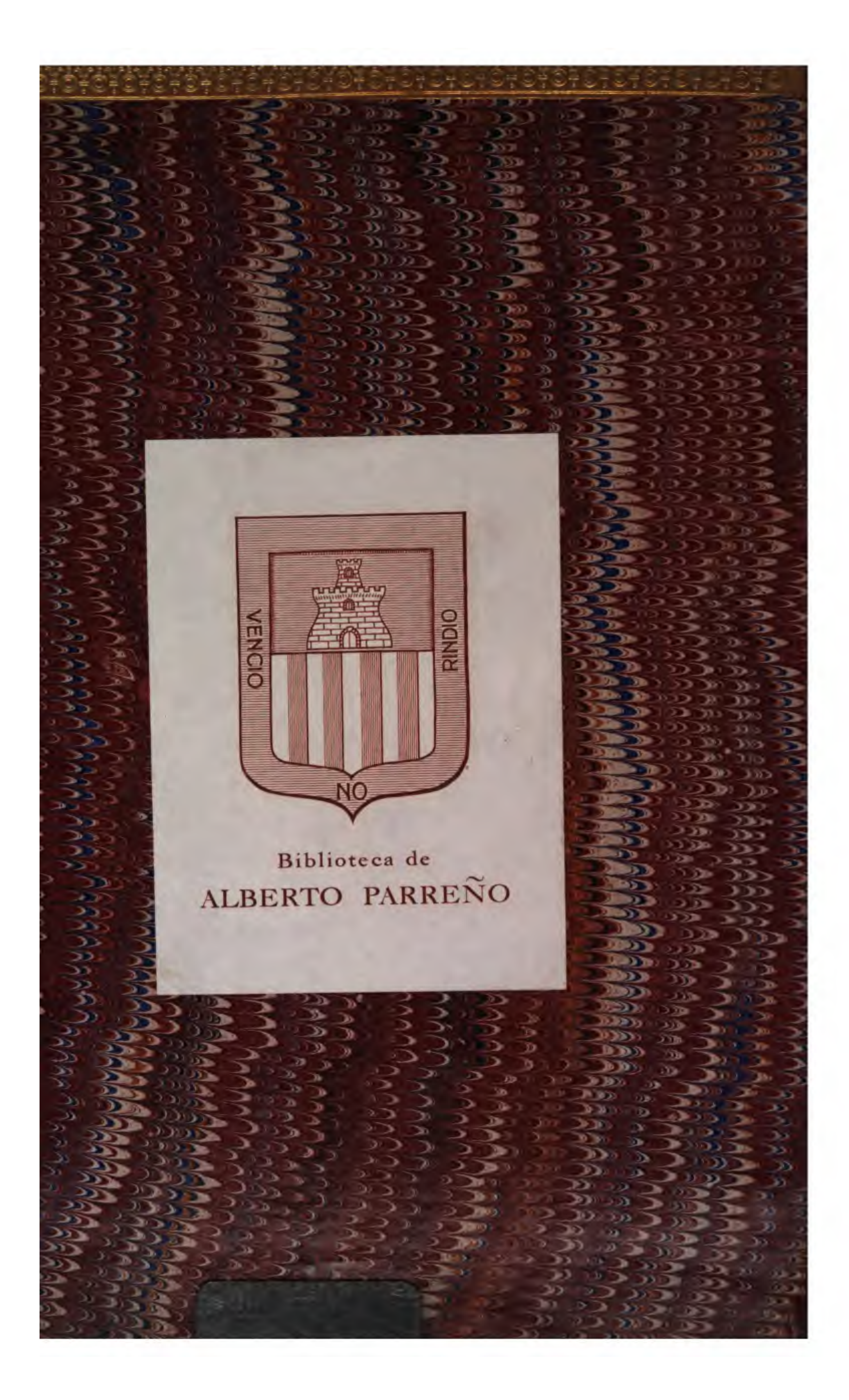
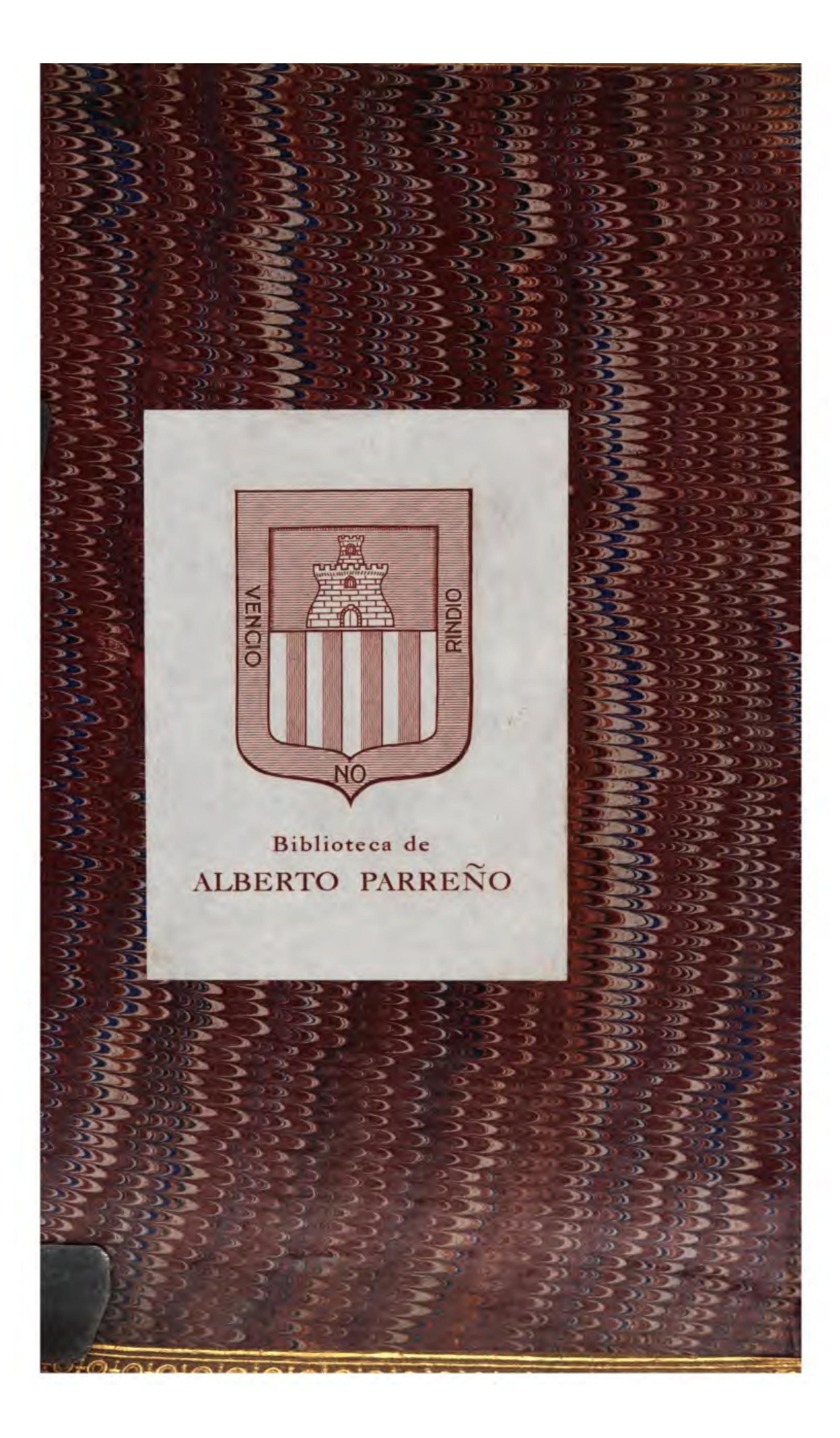

n- 2


VENCIO
NO
RINDIO
Biblioteca de
ALBERTO PARREÑO

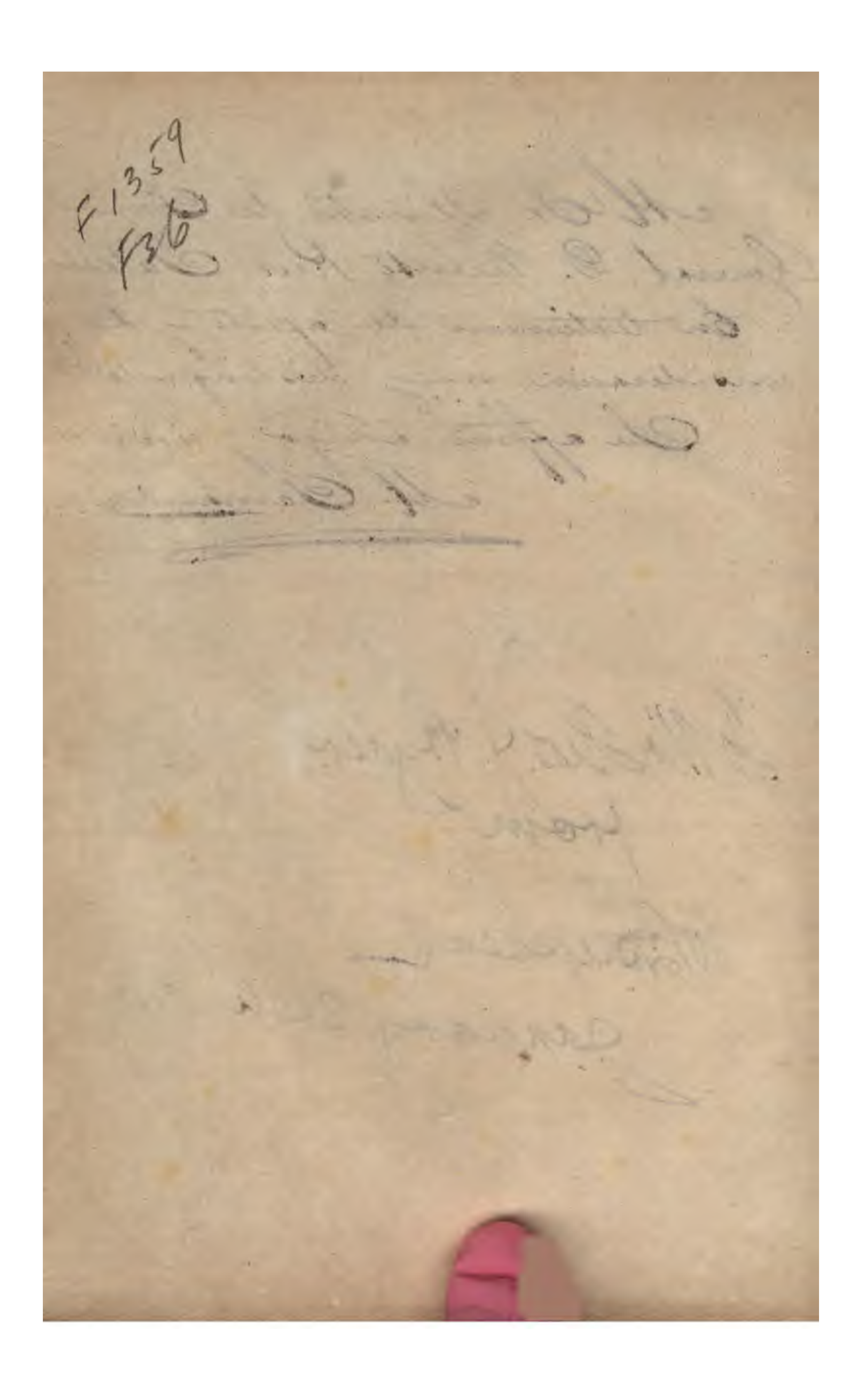

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES


VENCIO
RINDIO
NO
Biblioteca de
ALBERTO PARREÑO


STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

Al Sr. Ministro de Fomento
General D. Vicente Riva Palacio
En testimonio de afecto y de
consideracion muy distinguida
Su affmo amigo y servidor
M. Fernandez

To Mr. Geo. J. Ryder
from
W B Stephens
January 24th 1910


F1359
F36

INFORME

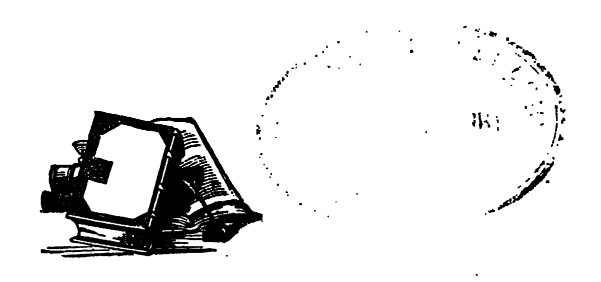
SOBRE EL

RECONOCIMIENTO DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

PRESENTADO AL GOBIERNO MEXICANO

POR MANUEL FERNANDEZ

Ingeniero topógrafo
y gefe de la Comision que practicó el reconocimiento.



MÉXICO
IMPRENTA DE FRANCISCO DIAZ DE LEON,
Calle de Lerdo número 3.

1879

C. Ministro:

A principios del mes de Octubre de 1870, el Ministro Plenipotenciario de los Estados-Unidos del Norte en México, participó á nuestro Gobierno que el Capitan R. W. Shufeldt, oficial distinguido de la marina americana, habia sido nombrado por su gobierno gefe de una Comision que debia hacer un reconocimiento en el Istmo de Tehuantepec, y averiguar si era posible abrir en él un canal interoceánico. Al mismo tiempo solicitaba del Gobierno mexicano el permiso correspondiente para que la Comision americana pudiese practicar el reconocimiento, y le manifestaba sus deseos de que un ingeniero mexicano acompañase á aquella Comision, tomase parte en sus trabajos y verificase sus resultados.

El Supremo Gobierno dió inmediatamente su consentimiento, y manifestó al Ministro de los Estados-Unidos que nombraria una Comision de ingenieros para acompañar á la americana en sus trabajos. Tuve la honra de que el Supremo Gobierno me encargase la direccion de dicha Comision, nombrando como segundo de ella al Sr. D. Agustin Barroso, ingeniero de minas, y como ayudante al Sr. D. Guillermo Segura, alumno de la Escuela Especial de Ingenieros.

En cumplimiento de las instrucciones que recibí, voy á dar cuenta de los trabajos de la Comision, y á exponer la opinion que he formado acerca de la posibilidad de construir el canal.

PARTE PRIMERA.

Relacion del viaje y de los principales incidentes de la Expedicion.

Organizada convenientemente la Comision y provista de los instrumentos y útiles indispensables para sus trabajos, salió de esta capital el 6 de Diciembre de 1870, y el 16 del mismo mes llegamos á Oaxaca. Como esta era la última ciudad de importancia que debiamos hallar en nuestro camino, nos detuvimos en ella algunos dias para proveernos de todo aquello que no podiamos encontrar en el Istmo. Durante esos dias recibí órden del Ministerio para adelantarme á la Comision y tratar de llegar á Minatitlan el 1º de Enero próximo, á fin de representar al Gobierno en la ceremonia de la inauguracion de los trabajos del ferrocarril de Tehuantepec.

En virtud de esa órden salí de Oaxaca el 23 de Diciembre, tomando el mismo camino que debia llevar la Comision, por no haber otro más practicable; pero desde ese dia me adelanté á ella, y caminando rápidamente llegué el 27 á medio dia á Tehuantepec, y el 1º de Enero de 1871 estaba en Minatitlan, segun lo deseaba el Gobierno.

Al pasar en este viaje por La Chivela, punto de reunion de la Comision americana, supe allí por Mr. Remey, oficial de la marina de los Estados-Unidos y que formaba parte de la Comision, que esta habia llegado al Istmo en los primeros dias de Noviembre, y habia salido de Minatitlan para el interior el 28 del mismo

mes, dando desde luego principio á sus reconocimientos, y hallándose entonces en las sierras del Oriente Mr. E. A. Fuertes, primer ingeniero de aquella Comision, mientras que el capitan Mr. W. R. Shufeldt, comandante de la expedicion, se encontraba en Minatitlan.

Al llegar á este puerto el 1° de Enero, no encontré en él á los ingenieros y empresarios de la Compañía del ferrocarril cuyos trabajos se iban á inaugurar. Entonces busqué á Mr. Shufeldt para ofrecerle, segun mis instrucciones, la más eficaz cooperacion de parte de la Comision mexicana, en los trabajos que ejecutaba la de los Estados-Unidos; y habiendo hablado con él y sabiendo que la Comision americana trataba de activar sus trabajos lo más que fuere posible, porque pensaba hacer el reconocimiento del Istmo de Nicaragua en el mismo año, resolví volverme á La Chivela, por ser allí más necesaria mi presencia, con tanta más razon cuanto que hasta el dia 4 no habian llegado los ingenieros del ferrocarril á Minatitlan. De todo dí cuenta oportunamente al Gobierno, y el 5 emprendí mi viaje de vuelta, subiendo el rio Coatzacoalcos.

El 10 de Enero llegué á La Chivela y allí me reuní con los Sres. Barroso y Segura; pocos dias despues llegó al mismo punto Mr. Shufeldt, procedente de Minatitlan, y el 21 del mismo mes se nos unió Mr. Fuertes, que acababa de hacer el reconocimiento de los rios Ostuta y Chicapa. Segun sus informes, no era posible aprovechar dichos rios para la alimentacion del punto de division del canal, tanto porque el caudal de agua que llevaban no era suficiente, como porque tampoco era practicable su reunion, como lo habia proyectado en otra época el ingeniero D. Cayetano Moro.

Despues de estos informes, se convino en que los ingenieros de ambas Comisiones practicariamos juntos el reconocimiento del curso superior del Coatzacoalcos, único rio importante que podria aprovecharse para la alimentacion de la cima del canal, si era posible derivarlo á la altura conveniente, y si á esa altura llevaba el caudal de agua necesario.

Hechos los preparativos indispensables para la expedicion, salimos de La Chivela el 30 de Enero, y habiendo llegado ese dia á la hacienda de Tarifa que se encuentra en los llanos del mismo

nombre, al siguiente comenzamos á internarnos en la sierra por las estrechas veredas que transitan á pié los indios chimalapas y el 1º de Febrero entramos al pueblo de Santa María Chimalapa.

En este punto, que es el último poblado que hay en esa region, debiamos detenernos un poco para determinar el mejor modo de hacer la expedicion á las ásperas montañas en donde nace el Coatzacoalcos. Se trató primero de hacer el viaje en balsas, únicas embarcaciones en que puede navegarse en esa parte del rio; pero la violencia de los raudales que vimos y la pequeñez de las balsas que no permitian llevar sino á una ó dos personas, nos disuadieron de esta idea. Segun los informes de los indios, el viaje á caballo era casi imposible, por ser el valle del rio estrecho, y ásperas y de pendiente muy rápida las montañas que lo forman. Ya nos decidiamos á hacer toda la exploracion á pié; pero los reconocimientos que se habian estado haciendo de los terrenos inmediatos al pueblo por los ingenieros de ambas comisiones, pusieron de manifiesto la posibilidad de hacer á caballo una parte del camino.

Arreglado todo definitivamente, salimos de Santa María el 19 de Febrero acompañados de algunos indios del pueblo, de los que unos debian servirnos de guías y otros para abrir las sendas ó *picaduras*, como se les llama en aquella parte del país, y para cargar con nuestras provisiones é instrumentos en los lugares en que ya no fuera posible que pasaran las mulas de carga.

El rio del Corte, como se llama al Coatzacoalcos en la parte superior de su curso, corre en la direccion de Este á Oeste, en un valle estrecho y profundo, recibiendo por ambas orillas afluentes de más ó menos consideracion. Sucesivamente pasamos, el primer dia de nuestro viaje, el *Sonapac* y el *Capepac*, y siguiendo el lecho de este último, llegamos á su confluencia con el Corte, en cuyo punto forma este uno de los raudales más imponentes que puedan encontrarse en su curso. La altura que nos dió allí el barómetro de la Comision americana nos indicaba que aun era preciso subir más el rio; pero los raudales que teniamos á la vista nos hacian presumir que el lecho deberia irse elevando rápidamente. Seguimos el viaje, y la primera noche acampamos á orillas del arroyo *Mayiponoc*.

Al otro dia cruzamos el Mayiponoc y comenzamos á subir las lomas más altas y escarpadas que forman los últimos escalones de las montañas que limitan hácia el Sur del valle del Coatzacoalcos. El viaje á caballo se hacia cada vez más dificultoso, y fué preciso dejar las bestias de silla y de carga en las orillas del rio Blanco, siguiendo desde entonces á pié por toda la orilla izquierda del Corte, al cual pasamos trasponiendo la cuchilla que lo separa del rio Blanco.

Como habiamos subido lo bastante para poder aguardar que distábamos poco del punto conveniente para derivar las aguas del rio del Corte, determinamos detenernos algunos dias en sus orillas y observar el barómetro varias veces, á fin de obtener las alturas con alguna exactitud. Al mismo tiempo se midió el volúmen de agua que llevaba el rio en dos puntos poco distantes y en los cuales estuvimos acampados.

Tratábamos de subir algo más el rio, con el objeto de averiguar cuanto se pudiera acerca de su orígen, porque contra todo lo que se decia anteriormente, hasta los lugares adonde habiamos subido, esto es, á unos 20 kilómetros de Santa María Chimalapa, el rio no se dividia, y conservaba á la altura de 210 metros sobre el nivel del mar un volúmen de agua de 40 metros cúbicos por segundo; pero los indígenas del pueblo de Santa María se resistieron á acompañarnos por más tiempo, y nos abandonaron, obligándonos á retroceder por falta de víveres. Se habia logrado averiguar, sin embargo, que el rio del Corte llevaba bastante agua en esa estacion y á la altura conveniente para derivarla.

El 5 de Marzo estábamos de vuelta en La Chivela. Allí se determinó que la Comision americana prolongaria hasta el rio del Corte la nivelacion que habia llevado hasta las inmediaciones de La Cofradía, haciendo las operaciones necesarias para averiguar con precision la altura del rio y su distancia á los llanos de Tarifa. Dos secciones de aquella Comision, trabajando en direcciones opuestas, debian ejecutar estas operaciones. Al mismo tiempo los oficiales de los buques de guerra que estaban al servicio de la Comision americana, en ambos mares, harian los respectivos reconocimientos hidrográficos.

Si hubiéramos tratado de permanecer con la Comision ameri-

cana, poca ayuda le hubiéramos prestado en sus trabajos, porque contaba con un personal bastante numeroso para ejecutarlos, y hubiéramos estado en la inaccion, presenciando solamente las operaciones. Por otra parte, teniamos que explorar los rios Ostuta y Chicapa, cuyo reconocimiento habia practicado la Comision americana cuando llegamos al Istmo, y debiamos visitar los puertos al Norte y al Sur, de cuyo estudio se ocupaban los oficiales de la marina americana. Además, teniamos que recoger por nuestra parte cuantos datos pudiéramos, para que reunidos con los de la Comision americana, sirviesen para la resolucion de la cuestion sobre posibilidad del canal.

Todas estas consideraciones nos determinaron á separarnos por entonces de la Comision de los Estados-Unidos; pero antes de hacerlo, fuimos á las inmediaciones del Barrio y subimos á las montañas que se encuentran al Poniente de la poblacion, para poner en claro la existencia de un lago que se decia estaba á considerable altura, en una de las mesetas de aquellas montañas. A medida que íbamos subiendo comprendiamos que no era posible la existencia del lago, y en efecto, al llegar á la mesa no encontramos sino pequeños manantiales y ciénagas reducidas en algunas depresiones. La elevacion de estas montañas es ya bastante considerable, pues pasa de 1,000 metros sobre el nivel del mar, y como en ellas comienza la gran depresion de la Sierra Madre, puede juzgarse perfectamente de todo el terreno que está al Oriente y que se domina por completo desde esa elevacion. La ascension á esas montañas no fué inútil, porque nos dió á conocer el orígen del rio Petapa, desvaneció toda duda sobre la existencia del lago, y nos permitió formar idea clara de la topografía de la gran depresion.

Concluido este reconocimiento volvimos á La Chivela, en donde encontramos á la Comision americana terminando sus preparativos para ejecutar la nivelacion de La Cofradía al rio del Corte. El mismo dia que aquella Comision salió para el primer punto partimos tambien nosotros para Salina Cruz, en cuyo puerto estuvimos los dias 14 y 15 de Marzo, trasladándonos despues á la hacienda de La Venta de Chicapa, lugar que elegimos para nuestra residencia, por hallarse muy inmediato á aquellos en donde

debiamos practicar nuestros trabajos. La Venta, en efecto, se encuentra en las llanuras del Pacífico, á la salida de la Sierra y muy próxima á la línea por donde deberá bajar el canal hácia el Sur. A poca distancia se halla el paso ó portillo de Tarifa, y todos los otros pasos de la pequeña cadena que une los extremos de la Sierra Madre. Cerca de La Venta se presentan igualmente todas las dificultades con que ha de tropezar la línea de comunicacion interoceánica.

Como hasta entonces no se conocia con exactitud la altura de la mesa y del portillo de Tarifa, una de las primeras operaciones que fijó nuestra atencion fué la nivelacion que debia hacerse entre la hacienda de Tarifa y el mar del Sur, cuya nivelacion daria tambien á conocer los obstáculos que presentaba el terreno. No era tampoco menos importante el estudio de este á las inmediaciones de la via, y resolví por lo mismo hacer una triangulacion que me suministrase puntos fijos, desde donde pudiera hacer una configuracion aproximativa del terreno.

Conforme á nuestro personal muy reducido, nos dividimos los trabajos, ocupándose los Sres. Barroso y Segura de la nivelacion de la línea de Tarifa al mar, mientras que yo hacia la triangulacion.

Los últimos dias del mes de Marzo y los primeros del de Abril se pasaron en el reconocimiento del terreno, en la apertura de este para el alineamiento y medicion de una base, cuya operacion se ejecutó tambien en esos dias y en la cual estuvimos todos reunidos. Cuando nos habiamos separado y dábamos principio á los demas trabajos, llegó á La Venta Mr. Fuertes, ingeniero en gefe de la Comision americana, y me participó los resultados satisfactorios que habia dado la nivelacion hecha hasta el rio del Corte, así como su próxima partida para Minatitlan, en cuyo punto iban á reunirse los ingenieros y oficiales de marina que formaban la Comision, y despues de una permanencia de pocos dias saldrian para los Estados-Unidos.

El 15 de Abril salió de La Venta Mr. Fuertes con direccion á La Chivela. Lo acompañé hasta el Portillo de Tarifa, y en el camino íbamos fijándonos en el terreno que deberia atravesar probablemente el canal. En la opinion de Mr. Fuertes, y á la vista

del terreno, las dificultades que se presentarian á la obra no habian de ser de mucha consideracion.

Estábamos en la estacion de rigorosa seca en aquella region, y era entonces la época á próposito de reconocer los rios del Istmo, para juzgar del menor caudal de aguas que llevaban en esos meses del año. Así es que me pareció conveniente suspender las operaciones de topografía y practicar desde luego el reconocimiento de los rios.

El Ostuta, que tan importante habia parecido al Sr. Moro, pues creia, como he dicho antes, que unido al Chicapa bastaria para la alimentacion del canal, habia llamado justamente nuestra atencion; y aunque los informes del ingeniero en gefe de la Comision americana, bastante fundados, le eran desfavorables, no podiamos dispensarnos de visitarlo, para dar por nuestra parte al Gobierno un informe que debia estar de acuerdo con el de la Comision americana, por estar ambos apoyados en operaciones científicas y no en simples apreciaciones.

Al siguiente dia, 16 de Abril, volvieron los Sres. Barroso y Segura de las lagunas del Sur, habiendo concluido la nivelacion de La Venta á la orilla de la Laguna Superior, é inmediatamente resolvimos hacer el reconocimiento del Ostuta, llevando un sextante, un cronómetro y un hipsómetro ó termo-barómetro, para la medida de las alturas, pues en aquellos lugares no habiamos podido llenar los barómetros de mercurio, que llevamos vacíos desde México, de manera que pudiéramos tener confianza en sus indicaciones.

El 17 salimos de La Venta y llegamos á Niltepec, y al siguiente dia estábamos en las orillas del Ostuta, alojándonos en el rancho de Piedra Grande situado en la márgen izquierda. Nos hallábamos, como he dicho, en la época de rigorosa seca y el rio llevaba muy poca agua en aquel lugar, asegurándosenos por los naturales del país, que, como casi todos los rios del Sur del Istmo, el Ostuta estaba estonces completamente seco en Ishuatlan.

Desde el rancho de Piedra Grande veiamos una gran parte del valle del Ostuta, inclinándose al Nordeste y formado por ásperas y elevadas montañas. En una grande extension de su curso el rio corre casi de Norte á Sur, con inflexiones no muy con-

siderables de Este á Oeste, y en la parte superior de su curso sigue esta última direccion que es la general de la Sierra Madre.

Saliendo de Piedra Grande el 19 seguimos á caballo la orilla izquierda del rio, hasta el punto en que estrechándose el valle y haciéndose muy escarpadas las orillas, no fué posible seguir del mismo modo. El valle en esta parte presenta un aspecto triste y muy agreste. Apenas hay árboles en las orillas del rio; las montañas son muy pedregosas y están desnudas de vegetacion. Grandes rocas negras se levantan en las márgenes y encajonan el cauce, por lo que se hace muy difícil y en algunos lugares imposible seguir un camino á la orilla del rio. En esos lugares acampamos aquella noche, pues Piedra Grande es el último lugar habitado siguiendo hácia arriba el curso del Ostuta.

Todavía pudimos continuar á caballo el dia siguiente subiendo las montañas del Este; pero á poco andar fué preciso dejar los caballos que se volvieron al rancho de Piedra Grande, y desde entonces seguimos á pié hasta descender á un lugar accesible de la orilla del rio. Al otro dia continuamos nuestro viaje pasando de una á otra orilla, segun encontrábamos más fácil el camino. El aspecto del valle habia cambiado, y las orillas del rio, cuando no son escarpadas, se hallan cubiertas de vegetacion, aunque no tan abundante ni tan lozana como la del Coatzacoalcos Superior. Con mucha frecuencia encontrábamos en esos lugares solitarios *dantas* ó tapiros, así como faisanes y pescados que nos proporcionaban variacion en los alimentos.

El dia 21 habiamos subido hasta un punto en que el hipsómetro nos indicaba poco menos de 200 metros sobre el nivel del mar. El volúmen de agua era muy reducido, pues segun las medidas que hicimos en aquel punto, apenas llegaba á 2 metros cúbicos por segundo, y para llegar á un punto más alto que el valle del Chicapa, que estaba muy lejos, habria que subir mucho, y el volúmen de agua habria disminuido considerablemente. Como nos lo habia anunciado ya Mr. Fuertes, no era realizable la union del Chicapa y el Ostuta para la alimentacion del canal, como lo habia proyectado el Sr. Moro, y aun siendo posible la reunion, el volúmen de agua de ambos rios en tiempo de secas era insuficiente para el objeto. Por la descripcion que hace el Sr. Moro del

Ostuta, se comprende que lo visitó en la época del año en que llevaba una gran cantidad de agua, pues como todos los rios del Istmo sus crecientes son considerables en los meses de Mayo á Octubre y conservan un buen caudal hasta el mes de Marzo, alimentados por las frecuentes lluvias que producen los nortes que soplan todavía en todo ese mes.

El 22 de Abril retrocedimos á nuestro segundo campo y el 23 llegamos á pié en la tarde á Piedra Grande. Tanto en este punto como en los dos primeros campos en el rio, hicimos algunas observaciones astronómicas para fijarlos en la carta con alguna aproximacion, pues como se comprende, ni el tiempo de que podiamos disponer, ni la fatiga, ni el objeto del reconocimiento, nos permitian dedicar mucho tiempo á las observaciones; pero puedo asegurar que son los primeros puntos que se fijan de esa manera en aquellos lugares apartados.

El 24 volvimos á la Venta, y sin detenernos seguimos nuestro viaje para Minatitlan, á fin de reconocer el curso inferior del Coatzacoalcos, llegando al Súchil, en la orilla de aquel rio, el 29 en la noche. Por falta de una canoa no pudimos seguir al otro dia nuestro viaje; pero el 1º de Mayo nos embarcamos y en la madrugada del 3 llegábamos á Minatitlan. A nuestro arribo á este punto supimos que habia partido ya la Comision americana, y al mismo tiempo recibí una carta de Mr. Fuertes, en la que se despedia de nosotros y nos explicaba los motivos por los que se habia acelerado la partida de la expedicion. Sentimos no haber vuelto á ver á los apreciables oficiales de marina é ingenieros que compusieron la Comision, y de quienes conservaremos siempre gratos recuerdos; pero á la salida de la Comision nos encontrábamos en el extremo opuesto del Istmo.

Desde que llegamos al Súchil notamos la diminucion de aguas del Coatzacoalcos, por el rigor de la estacion de secas. Yo podia comparar el volúmen en esa época con el que habia visto en el mes de Enero, cuando bajé por primera vez á Minatitlan. Entonces los vientos del Norte producian abundantes lluvias que hacian crecer el rio con frecuencia, y el cauce estaba enteramente lleno; mientras que en Mayo aparecian descubiertas las playas de las orillas convexas, y la profundidad habia disminuido mu-

cho sobre los bancos de arena que se encuentran entre el Súchil y la isla de Tacamichapa. Las canoas del país navegan, sin embargo, con facilidad, y la que nos condujo á Minatitlan no tuvo tropiezo alguno en su marcha.

En Minatitlan encontramos á Mr. Williams, ingeniero en gefe de la Compañía del ferrocarril de Tehuantepec, quien nos hizo un cordial recibimiento, así como los demas ingenieros y empleados de la Compañía. Los empleados federales del puerto no tuvieron menos atenciones para nosotros. El Sr. D. José Sanchez, administrador de la aduana marítima, puso desde luego á nuestra disposicion los elementos con que podia contar y que pudiéramos utilizar en nuestro reconocimiento.

Aprovechando sus buenos oficios salimos al dia siguiente de nuestra llegada para la barra del Coatzacoalcos, en la falúa del resguardo de la aduana. Partimos despues de medio dia: el viento nos era contrario, así como la corriente originada por la marea que subia, de modo que no llegamos al pequeño caserío que se encuentra en la orilla izquierda del rio y cerca de la desembocadura, sino hasta las nueve de la noche. No fué posible hacer observaciones para determinar la posicion del punto, porque el viento del Norte que soplaba desde la tarde habia cubierto el cielo de nubes, é inútilmente esperamos un momento favorable en la misma noche para la observacion.

Al dia siguiente, 5 de Mayo, el viento habia calmado, pero aun permanecia agitado el mar, y fué preciso aguardar á que comenzase á bajar la marea y á que se sosegara el mar, para hacer el reconocimiento de la barra. El Sr. D. José Rodriguez, capitan del puerto, nos facilitó su bote de servicio, é hizo que nos acompañasen los prácticos de la capitanía para que nos mostrasen el lugar preciso de la menor profundidad, en el sentido longitudinal del canal, que es lo que constituye *la barra ó el salto*, como le llaman los prácticos. La barra es exterior y se encuentra como á un kilómetro de la desembocadura del rio. La menor profundidad que encontramos en el canal con la marea baja, fué, á la salida, de 4.25 metros, y á la entrada de 4.50 metros, cuyos puntos corresponden á la cresta del dique natural que constituye la barra, y cuya cresta es bastante angosta, pues no duramos sobre ella

sino pocos instantes, notando desde luego por la sonda que la profundidad aumenta rápidamente á uno y otro lado de la barra, en el sentido longitudinal del canal.

En la tarde de ese mismo dia nos volvimos á Minatitlan, adonde llegamos despues de las diez de la noche. El 6 de Mayo permanecimos todavía en Minatitlan, haciendo algunas observaciones astronómicas para determinar la posicion del punto, y el 7 comenzamos á subir el rio, de regreso para el centro del Istmo.

El 11 de Mayo estábamos de vuelta en el Súchil, y sin pérdida de tiempo tomamos los caballos al dia siguiente, y llegamos en la noche al rancho de Sarabia, encontrándonos el dia 13 en el Barrio. En este punto nos separamos. Los Sres. Barroso y Segura tomaron para La Venta y yo me dirigí á Tehuantepec, en donde tenia necesidad de ponerme en comunicacion con la oficina que suministraba el dinero para los gastos de la Comision, pues por no desprendernos de los trabajos, hacia dos meses que no recibiamos las cantidades destinadas para nuestros sueldos y para aquellos gastos.

Arreglado todo, me dirigí á La Venta, adonde llegué el 20 del mismo mes. Aun cuando deseaba continuar la triangulacion que habia comenzado antes de salir para el Oriente y Minatitlan, me pareció más importante repetir la medida de las aguas del Corte ó Coatzacoalcos Superior, porque era el momento oportuno de conocer el menor volúmen con que pudiera contarse para la alimentacion del canal, pues nos hallábamos en la época de la mayor sequía, y no tardaban en comenzar las lluvias en las sierras y en las llanuras del Atlántico, pues en las del Pacífico se retardan un poco más.

Con ese propósito determiné que los Sres. Barroso y Segura continuasen la nivelacion y la medida de la línea del Pacífico á Tarifa, mientras que yo emprendia el viaje al rio del Corte.

El 22 de Mayo salí para Santa María Chimalapa, pasando antes por el pueblo de San Miguel. El rio Chicapa, que en La Venta estaba casi del todo seco, conservaba en San Miguel el mismo caudal de agua, con muy poca diferencia, que le habiamos notado en el mes de Marzo. Por fortuna la estacion de secas habia sido rigorosa, y encontré más transitables los caminos que con-

ducen al Corte, y el 25 en la noche acampé en las orillas del rio Blanco. Esa misma noche comenzó á relampaguear y á cubrirse el cielo de gruesas nubes, que no me permitieron hacer observacion alguna astronómica como me habia propuesto.

Al dia siguiente, luego que amaneció, me dirigí al Corte, salvando la cuchilla que lo separa del rio Blanco. Mucho me sorprendió el aspecto del rio del Corte, pues aunque esperaba encontrar disminuido el volúmen de sus aguas, no creí que hubiese bajado tanto. Comparativamente el rio del Corte habia disminuido más en la estacion de secas que los otros rios inmediatos, pues el Chicapa, el Escolapa, el Coyolapa, los del Milagro y el Blanco, conservaban casi el mismo volúmen que al principio de la estacion de secas, es decir, que en Febrero ó Marzo.

Con dificultades practiqué la medida de las aguas del rio, porque solo iba acompañado de un criado y dos peones, nativos del Istmo, y era muy difícil hacer comprender á estas personas todo lo que deseaba para obtener buen éxito en la operacion. El resultado de la medida fué poco más de 18 metros cúbicos por segundo, ó menos de la mitad del volúmen hallado en el mes de Febrero. Concluida la medicion volví á mi campo del rio Blanco, é inmediatamente lo levanté, porque el cielo amenazaba con un recio temporal.

En efecto, poco despues de medio dia y cuando ya íbamos en camino, comenzó á llover fuertemente, y con trabajo llegamos en la noche á Santa María Chimalapa. Allí tuve que detenerme dos dias, porque las lluvias fueron muy abundantes é hicieron crecer todos los rios, incluso el Corte, y me ví precisado á esperar hasta que bajaran un poco para poderse vadear.

El 31 de Mayo estaba de vuelta en La Venta, y allí supe que los Sres. Barroso y Segura habian tenido dificultades para concluir la nivelacion, por lo quebrado y cubierto del terreno, y por las lluvias que habian caido con abundancia en todo el Istmo.

Habia concluido la estacion de secas y era preciso activar los trabajos, para terminarlos en la Sierra, en donde las aguas nos hubieran impedido proseguirlos dentro de muy pocos dias; así es que desde mi llegada á La Venta me ocupé de establecer las señales necesarias en los puntos trigonómetricos, y haciendo el

reconocimiento del terreno con ese objeto, me encontré en San Miguel Chimalapa el 4 de Junio.

Estando en ese punto me resolví á visitar el curso superior del Chicapa, y el 5 emprendí mi viaje siguiendo el curso del rio hácia arriba, y en la tarde me detuve en un pequeño rancho abandonado que llaman El Cacaotal. En la noche traté de hacer algunas observaciones para situar el rancho; pero no pude conseguirlo, obteniendo solamente su altura por medio del hipsómetro. Al otro dia continué la marcha, dejando la orilla del rio que era casi inaccesible, y tomando las montañas de la orilla derecha, bajé á medio dia á la misma orilla, acampando en un pequeño rancho ocupado por un americano, buscador de oro, llamado D. Luis Scarce.

En la tarde observé, aunque en malas condiciones, alturas del sol para la determinacion de la hora y latitud, é hice tambien una observacion hipsométrica. Visité tambien en la misma tarde algunos de los manantiales importantes del rio que se encuentran cerca del rancho; y no teniendo ya objeto la exploracion de los manantiales más altos, el dia 7 emprendí el viaje de vuelta para San Miguel, á cuyo punto llegué en la tarde de ese mismo dia.

El valle del Chicapa, desde San Miguel hasta el rancho de Scarce, es bastante practicable. Se extiende casi de Este á Oeste, y lo cierra completamente hácia el Oriente el Cerro Atravesado. Su pendiente en esta parte de su curso es muy rápida, pues de San Miguel al rancho de Scarce sube el terreno 311 metros. Las montañas que forman el valle son bastante elevadas, y las más presentan sus cimas desnudas de árboles ó cubiertas de monte alto de pino y encinos, que permite caminar cómodamente en ellas. Desde San Miguel hasta el rancho del Palmar ó Sitio Viejo, las orillas del rio están cultivadas. Despues del último punto comienza á estrecharse el valle, formando una angostura en el lugar llamado Mal Paso. Aquí va la vereda por una ladera escarpada, á cuyo pié se ve correr precipitadamente el rio sobre un lecho de rocas, formando una pequeña cascada. El volúmen de sus aguas en San Miguel, y sin el arroyo Monetza, es en Febrero de poco más de 4 metros cúbicos por segundo. El curso de todo el rio es muy sinuoso. Desde su nacimiento hasta San Miguel corre de

Este á Oeste, y despues de recibir el Xoxocuta y el Monetza, se inclina al Suroeste, vuelve al Sureste para cruzar entre los cerros de Zapata y Palo Blanco, y tomando al Suroeste hasta La Venta, desemboca casi al Sur de este punto en la Laguna Superior.

Mientras acababan de colocarme las señales en los puntos que habian de ser vértices de los triángulos, fuí á conocer la caverna de donde sale el arroyo Monetza. El valle de este arroyo tiene una direccion opuesta á la del Chicapa, es decir, corre de Oeste á Este. A muy corta distancia de San Miguel se reune con el Chicapa, y entrando á su valle se encuentra este bastante estrecho, ensanchándose despues como á cosa de 4 kilómetros de la confluencia. En ese ensanchamiento recibe un pequeño afluente por la orilla izquerda, y forma el valle una pequeña cuenca, cultivada por los indios de San Miguel y cerrada por montañas no muy altas de caliza y de formas caprichosas. A poco andar de ese punto hácia arriba, se estrecha el valle y se pierde el agua del arroyo, apareciendo en el lecho grandes peñascos que hacen imposible el viaje á caballo. Desde allí seguí á pié, encontrando, poco antes de llegar al principio del talweg del Monetza, otro afluente, el arroyo de Cieneguilla, que viene desde el Portillo de Tarifa y que se hallaba seco, cerca de su confluencia. No tuve ya que caminar mucho para llegar frente á los cerros del Convento, á la entrada de una caverna, de donde sale el Monetza, el cual, al decir de los guías, nace en la mesa de Tarifa, en un punto llamado El Tablon, y de allí se precipita en la caverna que tiene otra entrada por el lado de Tarifa, atraviesa los cerros del Convento subterráneamente y desemboca en el valle que acabo de describir, para ir á unirse al Chicapa, cerca de San Miguel Chimalapa. La caverna es de mármol blanco, bastante profunda, y no fué posible reconocerla, porque á poca distancia de la entrada se hace preciso nadar, y la oscuridad era completa.

Mientras hacia una observacion hipsométrica y tomaba una vista de la caverna, que acompaño á este informe, los hombres que me habian servido de guías fueron á colocar una señal en uno de los cerros que llaman El Convento Chico, para situarlo desde los puntos trigonométricos. Aunque deseaba haber ido á ver la otra entrada de la gruta y el lugar donde nace el arroyo, prescindí de

la idea en esa ocasion, por las dificultades que ofrecia el terreno, para hacer el viaje en el mismo dia y volver á San Miguel.

Colocadas las señales en los puntos trigonométricos, comencé la observacion de los ángulos en los puntos inmediatos á San Miguel. Las aguas se habian entablado, y casi diariamente llovia en la sierra. Por otra parte, el terreno estaba muy cubierto de bosques y era muy quebrado, lo cual, además de impedir que hubieran servido de vértices trigonométricos algunas alturas, por la espesura del monte que las cubria, me obligaba á andar mucho para llegar á cada punto, y esas circunstancias no me permitian extender la triangulacion más allá de San Miguel y La Cofradía.

El 14 de Junio me trasladé á La Venta y me reuní otra vez con los Sres. Barroso y Segura, quienes durante mi ausencia se habian ocupado de rectificar la nivelacion entre Tarifa y la Venta. Mientras ejecutaban algunos trabajos de gabinete y emprendian las observaciones astronómicas que permitia la estacion para la situacion de La Venta, continué midiendo los ángulos de los triángulos que pude formar y que abrazan la vertiente meridional de la sierra, la de pendiente más rápida, y en donde se encontrarán las principales dificultades para el establecimiento del canal. Al mismo tiempo que iba á observar los ángulos en cada vértice trigonométrico, configuraba desde él el terreno inmediato y tomaba algunas vistas que acompaño al informe, y que servirán para dar idea más clara de las localidades. Situé tambien algunos puntos de la cordillera que forma la cresta de division de las aguas, dirigiendo visuales á las eminencias, que por lo boscosas no permitian la colocacion de una señal, y fijé varios puntos en el rio Chicapa para configurar su curso inferior con alguna aproximacion.

Aun cuando nuestros deseos eran los de hacer varias nivelaciones para averiguar las alturas de los pasos que ofrece la cresta de division de las aguas, no pudimos verlos realizados, porque para ello hubiéramos necesitado más tiempo y más personal, y, por otra parte, la abundancia y la continuidad de las lluvias nos forzaban á suspender los trabajos en la Sierra Madre. Además, habiamos ofrecido á Mr. Fuertes, el ingeniero en gefe de la Comision americana, determinar la posicion geográfica del Puerto

de Salina Cruz, en la cual habia duda, y formar un plano del puerto, pues se pensaba que este seria el término del canal en el Pacífico. Teniamos tambien que recorrer las lagunas del Sur.

Por todas estas consideraciones, dimos fin á nuestros trabajos en La Venta, y el 24 de Junio salimos para Juchitan, llegando á Tehuantepec el 25.

Para completar la exploracion del Istmo nos faltaba, pues, hacer los reconocimientos del Puerto de Salina Cruz y de las lagunas del Sur, porque aunque no habian formado de ellas una opinion favorable los oficiales de la marina americana que las habian reconocido, creí que no debia dejar de inspeccionarlas por su importante situacion; pero para poder acelerar los trabajos dispuse que los Sres. Barroso y Segura comenzasen á levantar el plano de Salina Cruz, mientras que yo recorreria las lagunas.

Como el objeto principal del reconocimiento de las lagunas era la averiguacion de la profundidad y de la naturaleza del fondo de ellas, se hacia indispensable una embarcacion, y, segun los informes. era preciso llevar un bote del puerto, porque las canoas en que navegaban los indios de las orillas eran muy imperfectas y peligrosas, por lo cual no se aventuraban aquellos á salir sino á muy corta distancia de la costa. Pensé en que se llevase el bote del puerto á las lagunas, por el mar, entrando por la bocabarra de San Francisco; pero no quisieron los dueños, porque me aseguraron que la corriente en la barra era muy fuerte y corrian el riesgo de perder la embarcacion. Fué preciso llevarla por tierra, con algun trabajo, porque los caminos se habian puesto muy atascosos.

Concluidos nuestros arreglos el 28 de Junio, salieron para Salina Cruz mis compañeros, en tanto que yo me dirigí á la Laguna Superior en union del capitan del Puerto de Salina Cruz, D. Juan B. Perez, quien nos habia ayudado eficazmente en todos nuestros preparativos, y llevó su deferencia hasta acompañarme en el sondeo de la laguna.

Al medio dia llegamos al rancho de Paso Lagarto, cerca de la orilla de la Laguna Superior, y habiendo echado el bote al agua en el lugar llamado Punta de Agua, á las tres de la tarde nos embarcamos y comenzamos el sondeo de la laguna, siguiendo diver-

sos rumbos que se tomaban con la brújula y echando la sonda á intervalos iguales de tiempo. No nos alejamos mucho ese dia de la orilla septentrional de la laguna, con el objeto de reconocer las barras formadas por los rios que desaguan en la laguna. A las seis de la tarde llegamos á las inmediaciones de una punta que entra bastante en la laguna y en la que la profundidad es muy corta. Doblamos la punta, y pasando frente á la desembocadura del rio de Juchitan, fuimos á acampar en la playa al anochecer.

Al dia siguiente continuamos nuestro viaje, siempre cerca de la orilla, no encontrando en este camino mayor profundidad que la de 3m5. Llegando frente á la desembocadura del rio Chicapa nos detuvimos un poco para hacer agua y comprar algun pescado, y siguiendo el viaje, á medio dia nos encontramos frente á la boca del estero de Espantaperros. Me pareció conveniente reconocer el estero que tiene el aspecto de un rio de consideracion, y entramos á él cruzando la barra que forma en la laguna, sobre la que no hallamos más que 1 metro de profundidad; pero en el interior fué aumentando esta hasta 4 metros que se encuentran en algunos puntos. El curso del estero es muy sinuoso, las orillas están cubiertas de bosque, y á la entrada se encuentran dos pequeñas eminencias, una en cada orilla. Subimos el estero hasta el punto en que se encuentra el paso del camino de Ishuatlan á Juchitan, y allí acampamos ese dia.

En el caso de que se tratara de llevar el canal por las lagunas, la única que podria aprovecharse seria la Superior. Por lo mismo no tenia interes alguno el reconocimiento de la que llaman Inferior, y resolví volver al punto de partida por otro camino atravesando la laguna por su centro, y seguramente por la línea de mayor profundidad.

El 1º de Julio salimos del estero y tomamos la direccion de las islas. En la noche llovió fuertemente; pero el dia amaneció muy sereno y no podiamos lograr mejor oportunidad para atravesar la laguna, pues segun las personas que me acompañaban en esa exploracion, con viento, y especialmente del Norte, no era fácil aventurarse á hacer la travesía por el centro de la laguna.

A poca distancia de la desembocadura del estero, la profundidad comenzó á crecer hasta llegar á más de 4 metros cerca de las

islas. Me detuve un rato en la de Cerro Prieto, y al atravesar el canal que la separa de la de Monapostiac, tuvimos hasta 6 metros de profundidad. Esta segunda isla y otras pequeñas que se hallan muy cercanas, están formadas de trozos irregulares, separados, de roca verde sienítica. Llama la atencion, al navegar entre estas islas, la gran cantidad de tortugas que hay en sus inmediaciones, al grado que fácilmente cogieron nuestros marineros dos de ellas con las manos, que llevamos vivas hasta Tehuantepec; y no cogieron más porque eran muy grandes y no habia lugar para llevar otras en el bote.

En Monapostiac desembarcamos un rato para almorzar, y despues continuamos el sondeo, tomando la direccion de Punta de Agua, adonde llegamos al oscurecer.

Al otro dia me trasladé á Tehuantepec y al siguiente á Salina Cruz. Allí me reuní con los Sres. Barroso y Segura, quienes habian medido una base en la playa, y por medio de triángulos estaban situando los principales puntos y las alturas más notables de la pequeña bahía ó ensenada de Salina Cruz. El tiempo no era nada favorable para las observaciones astronómicas, porque llovia con frecuencia y el cielo estaba casi siempre cargado de nubes. Sin embargo, se aprovechó todo momento oportuno, y logramos obtener los datos necesarios para determinar la posicion geográfica del punto.

En la época del año en que nos encontrábamos allí, soplan con frecuencia los vientos del Sur, y agitan mucho la mar. Así es qne tambien fué preciso aguardar un dia favorable para verificar el sondeo de la bahía. El dia 7 se presentó la ocasion oportuna, y habiendo yo salido en un bote que me facilitaron los empleados de la Aduana marítima, en union del capitan del puerto practiqué el sondeo, situando las estaciones del boté desde la playa los Sres. Barroso y Segura.

Hasta el dia 14 permanecimos ocupados en todas estas operaciones. Se habian aprovechado los momentos que la estacion dejaba descubierto el cielo para ejecutar las observaciones astronómicas; pero á medida que avanzaba la estacion, era más difícil contar con el cielo despejado, por lo cual luego que estuvo para concluir la lunacion de ese mes, dimos fin á nuestras observaciones.

El 15 dejamos á Salina Cruz y nos volvimos á Tehuautepec para arreglar nuestro viaje de regreso á la capital de la República. El rio de Tehuantepec, que desde nuestra llegada al Istmo lo habiamos vadeado constantemente, no fué posible atravesarlo en ese dia sino en canoa, por lo muy crecido que iba.

Hechos todos nuestros preparativos, salimos de Tehuantepec el 21 de Julio, y el 28 á medio dia llegamos á Oaxaca. En este punto nos detuvimos con el objeto de averiguar su posicion geográfica, proponiéndonos determinar la longitud por medio del telégrafo; pero desgraciadamente la revolucion que se anunciaba hacia algun tiempo, estalló en esos dias, y vino á impedir que concluyésemos este trabajo; y habiendo logrado solamente la determinacion de la latitud, seguimos nuestro viaje, y el 28 de Agosto llegamos á la capital.

Por la relacion que antecede se verá que la Comision trabajó incesantemente en el desempeño de su encargo, recorriendo el Istmo en todas direcciones, explorando los rios y lugares más importantes para el objeto del reconocimiento, y ejecutando operaciones científicas que, con las que hizo la comision americana, servirán para resolver por lo menos algunos de los puntos capitales de la cuestion, sobre posibilidad de la construccion del canal.

Como se comprende, las comisiones que trabajaron en este reconocimiento no pueden presentar un proyecto completo ni el presupuesto de la obra, porque tampoco se propusieron obtener esto los dos gobiernos, y por lo mismo no se dotó á las Comisiones con más personal que el necesario para la exploracion, ni se les autorizó para permanecer en el terreno por más tiempo que el que era indispensable para recoger los datos más importantes al objeto de su encargo. Aun cuando no hubiera habido esa razon, era forzoso suspender las operaciones de campo, por la estacion de lluvias en primer lugar, y además porque para hacer con buen éxito el estudio de algunas líneas, era necesario ver reunidos y apreciar en conjunto los trabajos del reconocimiento. Estos servirán, sin embargo, á la Compañía que haga el estudio del terreno para el trazo de la obra, y me permitirán fundar la opinion que he formado sobre la practicabilidad del canal, de lo cual paso á ocuparme en la segunda parte de este Informe.

PARTE SEGUNDA.

POSIBILIDAD DE LA CONSTRUCCION DEL CANAL.

Como lo ha hecho notar un autor, el Continente americano se extiende considerablemente sobre la superficie del globo, y en la direccion de Norte á Sur, presentando una barrera que dificulta el comercio internacional; y por esta razon desde los tiempos de la conquista se buscó empeñosamente un paso natural que pusiera en comunicacion los dos Océanos. No habiéndose encontrado ese paso y aumentando las necesidades del comercio, se ha tratado de la apertura de vias artificiales de comunicacion que faciliten el tráfico interoceánico.

Naturalmente todos los estudios para hallar el medio más adecuado de salvar la barrera, se han referido de preferencia á la parte más estrecha del Continente, y varios reconocimientos se han hecho de los diversos istmos que se encuentran en él, porque cada uno presenta particularidades que lo hacen más ó menos á propósito para el establecimiento de la apetecida via de comunicacion interoceánica.

Los Istmos de Darien y de Panamá han llamado mucho la atencion por su menor anchura, puesto que la del último apenas excede de 50 kilómetros. El de Nicaragua, aunque se extiende más que los anteriores, porque su anchura puede estimarse en poco más de 200 kilómetros, ofrece el lago de Nicaragua, el de Managua y el rio de San Juan, como medios naturales de comunicacion.

Viene despues hácia el N. el de Tehuantepec, de anchura igual al de Nicaragua, y reducida tambien á menor extension por el rio Coatzacoalcos y las lagunas del Sur.

La importancia del Istmo de Tehuantepec, para la comunicacion interoceánica, no se ocultó á los primeros conquistadores. Hernan Cortés hablaba de él en sus cartas al Emperador Cárlos V, y es bien sabido que eligió allí sus posesiones, abrazando los puntos naturales de paso que presenta la cordillera. Sin embargo, nada se hizo entonces, ni mucho tiempo despues, para tratar de abrir alguna via, si no fué hasta fines del siglo pasado.

El baron de Humboldt, que no dejó de estudiar punto alguno que tuviese relacion con los intereses de América, se ocupó de la cuestion de posibilidad de un canal interoceánico, y pueden verse en el "Viaje á las regiones equinocciales," importantes datos sobre esa cuestion. En su "Ensayo político sobre la Nueva España" habla tambien de nueve puntos en el Continente americano, por los cuales pudiera establecerse la comunicacion. Entre ellos se encuentra el Istmo de Tehuantepec; y al mencionarlo, da noticias sobre un camino que se abrió al través de él. Hablando del Istmo por primera vez, ofrece ocuparse despues con más detencion de la posibilidad de construir un canal "de seis á siete leguas, dice, en los bosques de Tarifa," y luego agrega: "Por ahora, basta observar que, desde que en 1798 se abrió un camino "por tierra que conduce desde el puerto de Tehuantepec al embarcadero de la Cruz (camino que se concluyó en 1800), el rio "Guasacualco forma efectivamente una comunicacion comercial "entre los dos Océanos. Durante la guerra con los ingleses, el "añil de Guatemala, que es el más precioso de todos los añiles "conocidos, venia por este Istmo al puerto de Veracruz, y de allí "á Europa."

Entre los reconocimientos que se han hecho del Istmo de Tehuantepec, pueden citarse el de D. Agustin Cramer, en 1774, y el que ejecutó en 1824 el general D. Juan Orbegozo, comisionado por el gobierno federal, al mismo tiempo que practicaba otro, por encargo del gobierno de Veracruz, D. Tadeo Ortiz.

Estos primeros reconocimientos fueron hechos á la ligera, con instrumentos imperfectos unos, y otros sin ellos, bosquejándose

apenas en los informes respectivos el proyecto de una via de comunicacion. Han dejado, sin embargo, algunos datos importantes, que se han aprovechado en los reconocimientos posteriores.

Hasta el año de 1843 no se emprendió una operacion regular. En esa época, y con motivo de la concesion hecha á D. José de Garay, para el establecimiento de una via interoceánica, el empresario mandó al Istmo una Comision, bajo la direccion del ingeniero D. Cayetano Moro, y de la cual formó parte el capitan de ingenieros D. Manuel Robles, profesor de astronomía y geodesia del Colegio Militar de México.

A esta Comision se debe una carta del Istmo, que hasta la fecha ha sido muy útil á todos los exploradores de aquellos terrenos, y un proyecto para la construccion de un canal. Pero á pesar de que el proyecto fué acogido favorablemente, no llegó á realizarse la formacion de una compañía que lo pusiera en ejecucion, y el tiempo fué pasando hasta que llegó el caso de que caducara la concesion.

En Diciembre de 1850 desembarcó en el Istmo una Comision de ingenieros norte-americanos, y emprendió un nuevo reconocimiento del terreno; pero no tenia ya por objeto la apertura de un canal, sino la construccion de un ferrocarril, siendo, por consiguiente, otras las ideas que presidieron en el estudio del terreno. Este reconocimiento se hizo bajo la direccion del Mayor J. G. Barnard, y sus resultados fueron arreglados y publicados por Mr. J. J. Williams, ingeniero de la misma Comision. Todavía en 1859 se practicó un nuevo estudio por Mr. W. H. Sidell. Los trazos hechos por ambos ingenieros han sufrido aún algunos cambios, propuestos por la compañía que ha obtenido en 1869 la concesion para un ferrocarril, y cuyo ingeniero es el mismo Mr. Williams que acompañó al Mayor Barnard en el reconocimiento de 1851.

Va á hacer un siglo que se verificó el reconocimiento de Don Agustin Cramer; y despues de las otras exploraciones de que he hablado ligeramente, la cuestion del tránsito interoceánico por el Istmo de Tehuantepec permanece en el mismo estado, es decir, no ha pasado de proyecto.

Los Istmos de Darien, de Panamá y de Nicaragua no han sido menos explorados ni se han formado menos proyectos respecto

de cada uno de ellos; pero al fin llegó á realizarse en el de Panamá uno de tantos proyectos, con la construccion de un ferrocarril interoceánico que se comenzó el año de 1850 y se terminó en el de 1855. Tiene de longitud 48 millas inglesas, y costó ocho millones de pesos, siendo, por los abundantes productos que ha dado, una de las mejores empresas de la época.

Actualmente se tiene otra gran línea de comunicacion entre los dos Océanos, con la conclusion del ferrocarril del Pacífico en los Estados-Unidos. La longitud total de esa línea entre New-York y San Francisco es de 3,300 millas, en números redondos. La parte de esta línea que realizó la comunicacion entre los dos mares tiene 1,775 millas de longitud, entre Omaha y Sacramento. Se comenzó en 1863 y se concluyó en 1869, estimándose su costo en poco más de $ 180.000,000. Admira la rapidez con que se construyó esa línea, sobre todo porque en los primeros años se hizo relativamente poco; pero hubo año, como el de 1868, en el que fueron construidas unas 800 millas. Verdad es tambien que el Gobierno americano subvencionó ámpliamente á las compañías y les facilitó toda clase de auxilios.

Es notable que despues de la conclusion de esas dos vias interoceánicas se ha buscado con más empeño el lugar más á propósito para el establecimiento de un canal, lo cual prueba que aquellas vias no satisfacen aún las necesidades del comercio. Entre esas necesidades se cuenta la de la reduccion de los fletes, y hasta ahora, como es bien sabido, los de tierra, aun por ferrocarriles, no llegan á igualar á los fletes de mar, sobre todo en ciertas mercancías.

El Gobierno americano, como más directamente interesado en una línea de comunicacion por agua, que pondria en relacion inmediata sus costas orientales y occidentales, emprendió ahora el reconocimiento de los Istmos americanos, con el fin de saber si seria posible establecer en alguno de ellos un canal de grandes dimensiones. Al efecto salieron, con poca diferencia de tiempo, de los Estados-Unidos dos expediciones científicas. La una, bajo las órdenes del Capitan Selfridge, se dirigió al Istmo de Darien, y la otra, al mando del Capitan Shufeldt, vino á Tehuantepec. Aunque esta última Comision debia tambien explorar el Istmo de Nicaragua, el Gobierno ha nombrado otra más para el reconocimien-

to de ese Istmo. De suerte que tres comisiones nombradas por el Gobierno de los Estados-Unidos y provistas abundantemente de recursos, han trabajado y trabajan todavía en el reconocimiento de los Istmos americanos.

Ya he referido en la primera parte de este Informe cuáles fueron los trabajos que hicimos en comun con la Comision americana, y cuáles los que hicimos los ingenieros de la Comision mexicana. Ágregaré ahora, que aquella Comision ha formado una opinion favorable del proyecto, creyendo que es practicable en el Istmo de Tehuantepec un canal de grandes dimensiones.

Como los ingenieros que formamos la Comision mexicana abrigamos la misma idea, voy á procurar fundar nuestra opinion, valiéndome delos datos adquiridos por ambas comisiones, y que mútuamente nos hemos comunicado en las primeras oportunidades.

En nuestro concepto, el canal podrá decirse que es practicable, si, además de no encontrar dificultades extraordinarias en el terreno, que hiciesen exagerado el costo de su primer establecimiento, cuenta con el agua necesaria para su alimentacion.

Las dificultades que ofrece el terreno no me parece que puedan calificarse de extraordinarias, como se verá por la descripcion que voy á hacer de él.

El sistema de montañas que atraviesa el Istmo y que no es más que la prolongacion de los Andes de la América del Sur, corre más inmediato á la costa del Pacífico que á la del Atlántico, y en una direccion de Este á Oeste. Los rios más importantes como el Chicapa, el Ostuta, el Coatzacoalcos, y los afluentes de la márgen izquierda de este, van en la misma direccion; pero á cierta distancia de su orígen la cambian, siguiendo rumbos opuestos, los unos hácia el Norte, los otros hácia el Sur, dejando, como sucede generalmente en estos casos, notables depresiones en el terreno intermedio. Lo mismo se verifica con los rios que vienen del Poniente, como los de los Perros, el Verde, el Almoloya, que, despues de correr casi paralelamente, se desvian para seguir direcciones opuestas, encontrándose, en las cadenas de montañas que los separan, puntos bajos de paso.

Al deprimirse la gran cordillera ó la Sierra Madre, como se le llama generalmente en la República, disminuye tambien conside-

rablemente de anchura. La línea de division de las aguas entre los dos Océanos, se encuentra en una cadena que se dirige de Norte á Sur, y cuyas cimas, como las de las Tablas y el Convento, exceden poco de 400 metros de elevacion sobre el nivel del mar. En esta cadena se halla el paso ó portillo de Tarifa á $229^{m}8$ sobre el nivel del Océano, y más al Norte están los puertos llamados de Paso Partida y los del Convento, á uno y otro lado del cerro del mismo nombre. Esta misma cadena se enlaza con la cordillera, al Norte, por un estribo de la Sierra de las Albricias, y hácia el Sur se confunde con la Sierra de Masahua, que sigue ya la direccion de Este á Oeste, y en la que se encuentran los puertos de Masahua y de Chivela, más elevados que el de Tarifa.

Otra pequeña cadena secundaria, separada de la que acabo de describir por la cañada de Cieneguilla, se desprende de la Sierra de Masahua, sigue paralelamente á la primera, pero interrumpida hácia el Norte por el arroyo Monetza, vuelve sobre sí misma para venir á terminar en las llanuras del Sur con los cerros de Palo Blanco y de los Nanches. Esta segunda cadena es menos elevada que la de las Tablas y el Convento, y está compuesta en una gran parte de lomas suaves, desnudas de árboles. Dará una idea de ella en perspectiva la vista que tomé desde el cerro Pelon de la salida de la Sierra á los llanos del Pacífico.

El croquis y el perfil de la línea de Tarifa á la Laguna Superior dan una idea bastante aproximada de la configuracion del terreno, y permiten apreciar con exactitud algunas distancias importantes, tanto en el sentido horizontal como en el vertical.

Desde luego se ve que las vertientes de las montañas del lado del Pacífico son más rápidas que las del lado del Atlántico, y que para bajar de las llanuras de Tarifa á las del Sur, por el puerto de Tarifa, hay que atravesar las dos cadenas de que se ha hablado antes, y en las cuales hay que buscar dos puntos convenientes de paso para el canal ó para cualquiera otra via de comunicacion. Salvando estas dos cadenas que, por la descripcion que he hecho de ellas y por lo que demuestra el plano, no son altas ni extensas, se desciende sin dificultad á los llanos del Pacífico. Esta es, sin embargo, la parte del terreno que ha de ofrecer obstáculos de alguna importancia.

De Tarifa al Coatzacoalcos el terreno desciende suavemente, y puede asegurarse que no presentará sino dificultades comunes en esta clase de obras. La gran distancia que habia que recorrer desde Tarifa á la isla de Tacamichapa ó adelante, por un terreno enteramente despoblado y muy cubierto de vegetacion, impidió que hubiese sido reconocido ese terreno por ninguna de las dos Comisiones; pues esa exploracion hubiera requerido un aumento considerable de tiempo y de gastos. Pero desde las alturas se descubrian, en una dilatada extension, lomeríos poco elevados y llanuras cubiertas de una exuberante vegetacion.

El Sr. Moro, en el año de 1843, inspeccionó el terreno entre Tarifa y el rio Malatengo, y despues de dar idea de su feracidad, concluye del modo siguiente: "Mi principal objeto habia sido in-"dagar la mejor línea por donde debiera probablemente pasar el "canal, desde Tarifa al rio del Corte; pero una gran parte del ter-"reno está ocupada por un *lomerío* tan vasto y complicado, que "puede dar un sinnúmero de soluciones al problema, y seria im-"posible escoger la más ventajosa antes de haberla hecho el ob-"jeto de un largo y detenido estudio. Entretanto, desde Tarifa "las aguas descienden naturalmente al Coatzacoalcos, sin pasar "por terrenos *demasiado escabrosos*, y la misma existencia de un "laberinto de *lomas*, casi siempre separadas una de otra, ó reu-"nidas por cuchillas de insignificante espesor, basta para per-"suadir de la facilidad de la obra."

Hecha esta descripcion general del terreno que atravesará probablemente el canal, voy á indicar el trazo aproximativo que pudiera darse á la via, y que difiere en algunos puntos del que propone la Comision americana; pero para fundar mi proyecto necesito particularizar la descripcion del terreno entre Tarifa y la Laguna Superior, valiéndome del perfil y del croquis de la línea que se recorrió, siguiendo el camino entre ambos puntos.

La altura média de los llanos de Tarifa, entre las casas de la hacienda y el portillo, es de 221^{m} sobre el nivel del Océano. Las casas se encuentran en una pequeña eminencia que las preserva de las inundaciones que se verifican año por año en la estacion de lluvias, siendo la altura del terreno, al pié de la cruz que se encuentra en el centro del caserío, de 223.^{m} Desde este punto

se ve extenderse la llanura en todas direcciones, excepto por el Oriente, hácia cuyo rumbo se encuentran muy inmediatos los últimos contrafuertes de la Sierra.

Caminando hácia el Pacífico, el terreno sube suavemente, hasta el portillo ó paso de Tarifa, que se halla á $6^{kil.}3$ de la hacienda y á $229^{m}76$ sobre el nivel del mar. De allí se desciende rápidamente en una extension de 452^{m} hasta un pequeño arroyo, cuyo talweg se prolonga á la cañada de Cieneguilla, y cuya altura, donde lo cruza el camino, es de $197^{m}31$. Despues se asciende por una pendiente suave al cerro de la Cruz que dista 2 kil. del arroyo y tiene una altura absoluta de $250^{m}05$, siendo este el punto más elevado que se encuentra en el camino.

La vertiente meridional del cerro de la Cruz es de pendiente rápida, pues en la distancia de $1^{kil.}8$ que hay del cerro á las Piletas, se desciende hasta quedar en una altura de $123^{m}61$. De las Piletas al rancho de Agua Escondida, la distancia es de $2^{kil.}7$, y la altura del rancho sobre el nivel del mar de $83^{m}87$. A poca distancia del rancho se sale á las llanuras del Pacífico, cuya altura en la hacienda de La Venta, que dista $8^{kil.}$ de Agua Escondida, es solamente de $27^{m}59$. Sigue despues la llanura con un suave declive hasta la Laguna Superior que, por el camino, dista de La Venta $20^{kil.}$

El trazo que propongo para la via es el siguiente: La cima del canal, ó el tramo desde donde se han de repartir las aguas, quedará en los llanos de Tarifa. La altura de ellos, aunque es de consideracion, no es extraordinaria, ni lo seria tampoco la excavacion que se hiciera para reducirla á 200 metros por lo menos. Si se llevase el canal hácia el portillo de Tarifa, para bajar al Pacífico, se ha visto ya que el terreno sube de la llanura al puerto, y aumentaria por consiguiente la profundidad de la excavacion en el portillo. De aquí hay que atravesar inmediatamente el vallecito de Cieneguilla, y habria que hacerlo en excavacion, si la altura se redujese á 200 metros ó menos, teniéndose que buscar en seguida un segundo paso en la sierrita que corre paralela á la del portillo y en la que está el cerro de la Cruz. Es probable que se encuentre ese segundo paso, porque la sierrita es menos elevada que la del portillo; pero habrá tambien que rebajarlo,

para descender despues á los llanos por las rápidas vertientes meridionales de estos cerros. Me parece que este trayecto ofrece los inconvenientes de que el canal requiriria excavaciones más profundas que por donde lo propongo, tendria que cambiar varias veces de direccion en valles estrechos, y habria necesidad de una escalinata de esclusas contiguas para entrar á las llanuras del Pacífico.

Estas consideraciones me han hecho creer que, mientras no haya estudios más completos de la cresta de division de las aguas, convendria llevar el canal de los llanos de Tarifa al valle del Monetza, rompiendo la bóveda de la caverna bajo la cual atraviesa el arroyo el cerro del Convento, pues como se sabe, nace en el mismo cerro, del lado de Tarifa, y se precipita en una caverna que lo conduce al valle, por el cual sigue hasta unirse al Chicapa.

No tuve tiempo para visitar el orígen del arroyo, pues solamente me hallé á la salida de la caverna, del otro lado de los llanos de Tarifa, y desgraciadamente no hay nivelaciones exactas que puedan dar la forma del terreno intermedio entre la hacienda de Tarifa y el nacimiento del Monetza, ni la altura de ese nacimiento con precision. Sucedió tambien que con nuestro reducido personal no pudimos extender mucho nuestras operaciones, y cuando estábamos en el Istmo, tanto los ingenieros americanos como los mexicanos, creiamos que el canal podria bajar por el portillo de Tarifa, y allí fijamos más nuestra atencion; pero despues, examinando los trabajos en conjunto, y á falta de mejores datos, me parece que debe llevarse la via de Tarifa á la fuente del Monetza.

Consignaré los datos que existen sobre la altura del orígen del Monetza. El Sr. Moro halló por medio del barómetro 196 metros; Mr. Fuertes, el ingeniero en gefe de la Comision americana, $183^{m}1$, por observaciones barométricas que juzgo más exactas que las anteriores; y por último, yo hice una observacion con hipsómetro á la salida del arroyo de la caverna, y por consiguiente en un punto más bajo, obteniendo $172^{m}6$ para la altura de ese punto sobre el mar. Todos estos datos indican que el terreno desciende hácia el Monetza, habiendo una pequeña cresta de division en

los llanos de Tarifa, y que separa las aguas que van por una parte al Monetza, y por otra al rio de Tarifa.

El Sr. Moro confirma esta idea, en su Memoria sobre el reconocimiento del Istmo, hecho en 1843, pues dice que "El terreno "que separa á Tarifa de la fuente del Monetza, no solamente es "plano, sino que está surcado por unas torrenteras cuyas aguas "van á juntarse á las del Monetza mismo, y que tienen su orígen "á muy corta distancia de Tarifa." Y en cuanto á la facilidad para hacer una excavacion en el nacimiento del arroyo, la indica así: "El cerro del Convento se eleva casi aislado, y las abras que deja "en sus dos lados, particularmente en el del Norte, son de tan "poca elevacion, que un corte en la última seria obra absoluta- "mente insignificante."

Llevando el canal de Tarifa al paso del Convento, se bajaria despues por el valle del Monetza, y cruzando el Chicapa, cerca de la confluencia con el primero, se llevaria por la orilla izquierda del Chicapa, hasta hacerlo entrar al estero de Espantaperros, poco antes de su desembocadura en la Laguna Superior. Este trayecto, aun cuando aumente un poco la longitud del canal, permitirá desarrollarlo de un modo más conveniente, dando una distribucion mejor á las esclusas y evitando los inconvenientes de las esclusas contiguas.

El estero de Espantaperros tiene el aspecto de un rio de regular caudal de aguas. Fuera de la desembocadura se halla una barra, en la cual solo hay 1 metro de profundidad; pero á medida que se avanza en él aumenta la profundidad hasta 4 metros, que fué la mayor que encontré, para volver á disminuir desde el punto en donde lo atraviesa el camino de Ishuatlan, en cuyo punto se pasa el estero en canoa, pues todavía hay allí una profundidad de 3 metros. A uno y otro lado de la boca del estero hay dos pequeñas eminencias que servirán para proteger la entrada del canal contra los vientos del Norte que son los que se hacen sentir con más impetuosidad en la Laguna. Por esta consideracion y porque á poco costo se podria dragar el fondo del estero, para darle la profundidad necesaria, propongo que se aproveche una parte de él.

Tambien creo que será más conveniente y más económico lle-

var el canal por la laguna, rompiendo las estrechas lenguas de tierra que la separan del mar, que desarrollar mucho la obra en los llanos del Pacífico hasta llegar á Salina Cruz, porque las filtraciones y la evaporacion en los llanos consumirian una gran cantidad de agua. Basta recordar que los rios de la parte Sur del Istmo están secos una parte del año, por la naturaleza del terreno en las llanuras. El Ostuta desaparece por Ishuatlan; el Chicapa no pasa de La Venta; del rio Verde no se distingue ni el cauce en los llanos; el de Juchitan se pierde antes de llegar á la poblacion que le da el nombre, y solo el de Tehuantepec lleva un escaso caudal de agua hasta el mar.

Se me objetará en este proyecto que siempre se formará una barra en el estero de Espantaperros; pero como la que ahora existe no tiene en mi concepto otra causa que el depósito, en el agua tranquila, de las arenas y el limo que arrastra el arroyo del Cazadero, me parece que se evitaria su formacion desviando el curso del arroyo, que no corre sino en tiempo de lluvias, y llevándolo al Chicapa.

Tampoco se me oculta que es un inconveniente que se halle tan inmediata al estero la desembocadura del rio Chicapa, pues las materias que arrastre podrán pasar á la parte que se excave para el canal; pero creo que podria evitarse este inconveniente formando un bordo al canal, por medio de un dique de arena, como los que se construyen en Holanda, de la longitud y altura que sean necesarias, para impedir la marcha de los aluviones del Chicapa hasta el canal.

En cuanto al resto de la laguna, tengo la conviccion de que conservaria muy bien la profundidad que se le diera, y que sin un costo excesivo pudiera llevarse hasta 7 metros. Segun se ve por el sondeo que hice en la laguna, y cuyos resultados he consignado en la Carta, la profundidad aumenta gradualmente desde la boca del estero hasta las islas de Cerro Prieto y Monapostiac, en donde se hallan 5m9 y 6 metros de profundidad, estando estos resultados de acuerdo con los que encontró en 1843 el ingeniero D. Cayetano Moro. Vienen á confirmar tambien estos datos los que obtuvieron en 1871 los oficiales de la fragata de guerra "Cyane," de la marina de los Estados-Unidos, que estaba al servicio

de la Comision americana, y que tambien practicaron sondeos en la laguna. Los que yo ejecuté siguieron el centro de la laguna, porque entonces creí que el canal pudiera llevarse del estero de Espantaperros á Punta de Agua, y de allí á Salina Cruz; pero me he convencido de que este trayecto aumentaria la longitud del canal, y por consiguiente las excavaciones en la laguna, y entre esta y Salina Cruz, sin ventaja alguna. Por el contrario, á ese inconveniente hay que agregar, entre otros, que los vientos del Norte que soplan casi constantemente en el Istmo, de Octubre á Marzo, con frecuencia agitan bastante las aguas en la parte occidental de la laguna y en la meridional, mientras que siguiendo el trayecto que propongo, las eminencias que forman las islas cubrirán en gran parte el canal, sin que el viento venga á ser entonces un obstáculo para la navegacion, y ofrecerán, en caso necesario, abrigo á los barcos que pudiesen necesitarlo.

Además, juzgo que el costo que sacaria el canal desde Tarifa hasta Salina Cruz, segun el trazo de la Comision americana, con las obras que seria preciso hacer para abrigar la pequeña bahía, seria mayor que el que importaria dragar la parte que fuese necesaria en la laguna, para darle la profundidad conveniente, romper las lenguas de tierra y construir un puerto artificial que sirviese de entrada al canal. Los trabajos que todavía se hacen en el istmo de Suez, y los que tambien se ejecutan actualmente en el canal de Amsterdam, ponen de manifiesto la posibilidad de construir sin gran costo esa clase de obras, y en la de Tehuantepec se aprovecharia la experiencia adquirida en las otras dos.

Este seria, poco más ó menos, el trazo de la vertiente meridional del canal. En cuanto á la vertiente septentrional, creo que podrá construirse con muchas menos dificultades siguiendo el valle del rio de Tarifa, y pasando las lomas que separan los valles del rio de la Chichihua y del Coatzacoalcos, cruzar este último rio en el punto conveniente y llevar despues por su orilla derecha el canal, hasta que éntre en el mismo Coatzacoalcos, más allá de la isla de Tacamichapa.

Ya he manifestado antes que la inspeccion ocular desde las alturas, y las noticias de las gentes del país, nos revelaban que no habia grandes dificultades que vencer en los terrenos de la orilla

derecha del Coatzacoalcos, compuestos en su totalidad de lomeríos de poca altura y de extensas llanuras. Además, la direccion que tiene el talweg del rio, inclinándose más al Poniente que al Oriente, indica que hácia el primer rumbo deben encontrarse las pendientes más rápidas de las montañas.

No encuentro que hubiese ventajas en hacer desembocar el canal en otro punto del Coatzacoalcos, rio arriba de donde yo lo indico, porque las obras que habria necesidad de ejecutar para hacer navegable el rio, quizá cuesten más que las que exige el trazo más directo que propongo, y que puede verse en la Carta que acompaño del Istmo.

Siguiendo este trayecto, que no es más que aproximativo y que variará cuando se haga un estudio detallado de todo el terreno, el canal tendrá una longitud total de un mar al otro, de unos 257 kilómetros, de cuya extension puede aprovecharse en el Coatzacoalcos 46 kilómetros y unos 25 en las lagunas del Sur, por lo cual quedará reducida la de la via artificial á 186 kilómetros.

Examinando la Carta se nota igualmente que las dificultades para pasar la Sierra se presentarán á unos 50 kilómetros de la costa del Pacífico, y que la extension longitudinal de la parte difícil no pasará de unos 30 kilómetros.

En cuanto á la clase de terrenos que tendrá que atravesar la obra, la Memoria del Sr. Barroso sobre la geología y la Carta geológica correspondiente, muestran que aquella quedará establecida en su mayor parte en terrenos de acarreo, y que en la parte que atraviesa las montañas encontrará la pizarra y la vácia gris apizarrada, la piedra arcillosa, y en menores extensiones la caliza compacta. Si algunas de estas rocas por su dureza harán que tenga mayor costo la parte del canal que las atraviese, ese aumento de costo quedará compensado con la reduccion de la seccion trasversal del canal, con las menores reparaciones que exigirá la obra y con el empleo, en otras partes de ella, de las mismas rocas que se extraigan de las excavaciones.

Voy ahora á poner de manifiesto que la altura del punto de reparto de las aguas en Tehuantepec, si es de consideracion no es excepcional, ni tampoco la longitud del canal ni el número de esclusas, para lo cual pongo á continuacion una tabla tomada de

la "Historia y descripcion de las vias de comunicacion en los Estados-Unidos," por Mr. Michel Chevalier,[1] en cuya tabla constan datos relativos á los canales de Francia.

CANALES	Longitud en kilómetros	Número de esclusas	Desarrollo correspndte. á una esclusa	Pendiente y contrapendiente en metros	Pendiente por kilómetro en metros
Canal de Borgoña..........	$241^{k}0$	191	$1^{k}26$	$501^{m}00$	$2^{m}08$
Id. del Nivernais..........	176.0	117	1.50	242.50	1.38
Id. de Briare y del Loing	108.0	64	1.69	158.56	1.47
Id. del Ródano al Rhin..	349.0	160	2.18	392.73	1.13
Id. de San Quintin.........	52.0	22	2.36	47.90	0.92
Id. de Nantes á Brest.....	374.0	238	2.44	555.00	1.49
Id. del Mediodía...........	241.0	99	2.44	252.00	1.05
Id. de Orleans..............	73.0	28	2.61	70.08	0.96
Id. de Berry.................	320.0	115	2.87	245.63	0.77
Id. lateral al Loire.........	198.0	45	4.40	105.40	0.53
Id. del Somme..............	156.0	23	6.78	62.10	0.39

Mr. Michel Chevalier hace notar que la pendiente média del canal de Johnstown á Pittsburg, en Pensilvania (E. U.), es de $0^{m}803$ por kilómetro, y el desarrollo medio correspondiente á una esclusa de $2^{kil}947$.

El canal de Chesapeake al Ohio[2] tiene 565 kilómetros de longitud, $601^{m}03$ de pendiente y contrapendiente, y 398 esclusas. Atraviesa los Alleghanis por medio de un subterráneo de 6,500 metros de longitud.

Todavía citaré otros tres canales de los Estados-Unidos. El Erie tiene una longitud de 564 kilómetros, $199^{m}58$ de pendiente y contrapendiente, y 72 esclusas; el del Valle de Tenessee tiene 200 kilómetros de longitud, $318^{m}62$ de pendiente y contrapendiente, y 112 esclusas; y por último, el de Chenango que tiene de longitud 156 kilómetros, $309^{m}45$ de pendiente y contrapendiente, y 116 esclusas.

La línea de canales de Lóndres á Liverpool, en Inglaterra, tiene 425 kilómetros de longitud, con 185 esclusas que recobran $442^{m}63$ de pendiente y contrapendiente.

Los canales de Trollhätta y de Gothie forman una línea que une el mar Báltico al mar del Norte, atravesando el Continente

1 Anales de ponts et chaussées—1843.

2 Anales de ponts et chaussées—1837.

de la Suecia en su mayor anchura. La longitud total de la línea es de 422 kilómetros; la altura del lago Wiken, de donde parten las dos vertientes del canal, es de $82^{m}55$ sobre el nivel del mar, y hay 62 esclusas.

El canal de Tehuantepec, tal como lo he supuesto, tendrá poco más de 250 kilómetros de longitud total y 186 de via artificial, con unos 400 metros, ó menos, de pendiente y contrapendiente, que pudieran recobrarse con unas 132 esclusas, dando á estas 3 metros de caida.

No hay duda que las esclusas ofrecen un obstáculo serio á la rapidez de las comunicaciones; pero ¿es comparable el retardo que ocasionarán con el tiempo que se emplea en dar la vuelta hasta el Cabo de Hornos ó el estrecho de Magallanes? Por otra parte, no es aventurado contar con que un estudio detallado del terreno y los adelantos de la ciencia del ingeniero, permitan reducir más la altura del punto de division de las aguas.

Desde luego he supuesto que esa altura se ha disminuido hasta quedar en 200 metros, ó menos, lo cual es muy realizable en el estado actual de la ciencia y sin que el costo sea exagerado. Precisamente en nuestro país, y cerca de la capital, tenemos obras hidráulicas antiguas y modernas que demuestran la posibilidad de abrir excavaciones considerables, y sin que los gastos sean excesivos.

Recordaré brevemente las dimensiones de las obras más notables. El gran tajo de Nochistongo, que da salida del Valle de México á las aguas del rio de Cuautitlan, tiene de longitud, desde el Puente Grande hasta el lugar llamado El Salto, $16^{kil.}464$. A la distancia de $2^{kil.}229$ del Puente Grande, el canal tiene de profundidad $17^{m}60$, y de anchura, en la parte superior, $20^{m}11$; á $3^{kil.}402$ del mismo puente, $21^{m}79$ de altura perpendicular al fondo y $30^{m}01$ de ancho entre los bordes. En Bóveda Real, á $6^{kil.}159$ del Puente Grande, tiene $108^{m}94$ y la profundidad llega á $57^{m}40$, que es la mayor que se encuentra en el tajo, pues á 540 metros de Bóveda Real la profundidad ha disminuido á $45^{m}25$, y la distancia entre los bordes es de $83^{m}80$. A $7^{kil.}768$ del puente la profundidad ha bajado á $19^{m}27$ y la anchura á $34^{m}42$, y en la Boca de San Gregorio, á $8^{kil.}276$ del puente, la profundidad es de $15^{m}92$ y la anchu-

ra de $28^{m}49$. Estas cifras dan idea de la enorme excavacion que hubo que hacer en poco más de 8 kilómetros. El baron de Humboldt, al hablar de esta obra, dice:[1] "Es menester confesar que "el desagüe en su estado actual es una de las obras hidráulicas "más gigantescas que han ejecutado los hombres. No se la puede "mirar sin admiracion, especialmente al considerar la naturale-"za del terreno, la enorme anchura, profundidad y longitud del "tajo." Y adelante agrega: "Ocurre examinar si para hacer sa-"lir de un valle cerrado por todas partes una masa de agua poco "considerable, fué ó no necesario valerse de un medio tan lento "y costoso;[2] duele el que tantos esfuerzos reunidos no se hayan "empleado en un objeto más grande y útil, para abrir, por ejem-"plo, no diré un canal, pero siquiera un canalizo ó paso á través "de algun istmo de los que dificultan la navegacion."

El tajo en el que han de desembocar las aguas á su salida del mismo valle, por el túnel que se construye en la actualidad, tiene una longitud de 1,800 metros, y la profundidad en una parte de él, pasa de 20 metros.

Aunque con dimensiones más reducidas, existen tambien algunos tajos profundos en canales construidos ya en Europa y en los Estados-Unidos. En Francia pueden citarse dos excavaciones en el canal de Mediodía, de 20 á 21 metros de profundidad, y de 270 metros de longitud cada una. En el canal de San Quintin existe el tajo de Riqueval, cuyo fondo está á 26 metros bajo el suelo. El de Glomel, en el canal de Nantes á Brest, tiene $22^{m}5$ de profundidad, y en el canal de Antoing la profundidad de un tajo es de 24 metros.[3] En los Estados-Unidos existe en el canal de la bahía de Delaware á la de Chesapeake, un tajo de $23^{m}30$ de profundidad, en el punto de division de las aguas.

Creo que basta lo expuesto para hacer ver que la reduccion de la altura del tramo culminante del canal de Tehuantepec, para que llegue á quedar en menos de 200 metros, es obra muy hacedera.

1 Ensayo político sobre la Nueva España.

2 La obra fué costosa y duró mucho tiempo por las continuas interrupciones que sufrió.

3 Minard.—Cours de construction.

En cuanto á las dimensiones que han de tener la seccion trasversal del canal y las esclusas, claro es que dependen de la clase de buques que han de admitirse en la via. Al ocuparse el baron de Humboldt de esta cuestion en su "Viaje á las Regiones Equinocciales," creia que en el estado que guardaba entonces la marina del comercio, el canal seria suficientemente grande, si por la área de su seccion y la capacidad de sus esclusas, podia dar paso á barcos de 300 á 400 toneladas. Sus dimensiones serian en ese caso más reducidas que las del canal Caledonio.

Este canal que, como se sabe, atraviesa el centro de la Escocia y reune el mar del Norte al Océano Atlántico, era el que adoptaba el Sr. Moro como tipo para arreglar á él las dimensiones del de Tehuantepec. Las del Caledonio son las siguientes: su longitud total es de unos 95 kilómetros, anchura en el fondo $15^{m}24$, á la altura del agua $33^{m}53$, y la profundidad de $6^{m}09$. Hay en él 24 esclusas cuyas *balsas* (sas) tienen $52^{m}42$ de longitud y $12^{m}19$ de ancho.

Mr. Orville W. Childs proponia en 1852, para el canal interoceánico que proyectaba á través del Istmo de Nicaragua, las dimensiones siguientes: anchura en el fondo $15^{m}24$, en la superficie superior del agua $35^{m}96$, profundidad del agua $5^{m}18$. Las esclusas deberian tener $18^{m}29$ de ancho por $76^{m}20$ de longitud. Mr. Childs se fundaba en que de 261 barcos de vapor, principalmente ingleses, descritos en el tratado de Murray sobre esa materia, solamente 15 calaban más de $5^{m}18$ (17 piés ingleses), 21 calaban los $5^{m}18$, y 225 menos de los $5^{m}18$, todos en la línea de flotacion en carga.

Mr. E. A. Fuertes indica para el canal de Tehuantepec las siguientes dimensiones: anchura en el fondo $18^{m}29$, en la superficie del agua $49^{m}38$, profundidad del agua $6^{m}70$. Y para las esclusas, longitud de la balsa $97^{m}54$, anchura $12^{m}80$.

Para el canal de Suez, que tiene de longitud 160 kilómetros y comunica el Mediterráneo con el Mar Rojo, sin esclusas, se adoptaron 75 metros de anchura en el fondo, 100 metros en la parte superior y $7^{m}92$ de profundidad del agua, que serán las dimensiones que tendrá cuando esté completamente terminado. Por ahora, solo en algunas partes de él pueden cruzarse dos buques.

Entre las obras notables de este género se encuentra el canal que se construye actualmente en Holanda, para poner en comunicacion á Amsterdam con el Mar del Norte. La longitud total del canal principal es de 24 kilómetros; la anchura en el fondo es de 27 metros, en la parte superior del agua de 60 metros, y la profundidad del agua de $7^{m}50$, con taludes de 2 de base por 1 de altura.

Tanto el canal principal como sus ramales forman un depósito ó puerto interior, protegido contra las mareas del Mar del Norte por esclusas construidas cerca de Velsen, y separado del Zuyder-Zee, por un dique con esclusas, á inmediaciones de Schellingwoude.

El sistema de esclusas del Mar del Norte está formado de tres esclusas reunidas: una grande en el medio, otra menor al lado Sur de la primera, y otra pequeña de descarga al Norte de la del medio. Las dimensiones de la central, que está dividida en dos compartimentos ó balsas, la mayor de 70 metros y la menor de 50 metros, son, por consiguiente, 120 metros la longitud total, y la anchura de 18 metros. La segunda esclusa tiene 70 metros de longitud por 12 de ancho, y la tercera 33 metros por 10. Las esclusas del Zuyder-Zee tienen: la mayor 96 metros de longitud por 18 metros de anchura, y las dos laterales $72^{m}80$ por 14 metros.

En la actualidad los buques de vapor van sustituyendo rápidamente á los de vela, y en las dimensiones de los primeros se nota que hay una tendencia á aumentar la longitud. Tambien creo que puede ya contarse con que la hélice sustituirá definitivamente á las ruedas, por lo menos en los vapores que hacen largas travesías. Estas circunstancias deben tenerse presentes al calcular las dimensiones de las esclusas, pudiendo establecerse desde luego que la longitud de las del Caledonio no puede adoptarse ahora, por el aumento de la misma dimension en los buques de vapor, y habrá que decidir tambien el mayor porte de los buques que han de cruzar el canal, para fijar otra dimension importante, cual es la profundidad del agua.

Si, segun parece, no se construirán más buques de las dimensiones del "Great Eastern," que mide 22,500 toneladas, no por eso faltan los grandes trasatlánticos de 4 á 5,000 toneladas y de

100 metros de longitud, aun cuando su número no es muy considerable. Todavía he visto hablar con elogio, en una obra publicada en 1866, del clipper de vela "Great Republic," construido en Boston, y quizá el más grande de los barcos de vela. Media 5,455 toneladas de registro, y llevaba cuatro palos verticales. Su longitud en la flotacion en carga era de $95^{m}75$; su anchura de $16^{m}15$, y la profundidad de su cala de 9 metros; pero es raro que se construyan buques de vela de esas dimensiones, y cada vez lo será más porque los van sustituyendo los barcos de vapor; y para fijar el tamaño de las esclusas me atendré, por lo mismo, al de los buques de vapor.

He creido conveniente, para fijar las ideas en este punto, consignar las principales dimensiones y la capacidad de algunos vapores modernos, ingleses, americanos y franceses, y con tal fin pongo á continuacion dos tablas, en las que constan esos datos. Respecto de la primera tabla tengo que advertir que la obra de donde la tomé ("Haswell. Engineers' and mechanics' pocket-book"), no dice si el desalojamiento en toneladas está calculado por la regla que se sigue en los Estados-Unidos y que consta en la misma obra. Supongo que es así; pero aun cuando no lo fuese, siempre se tendrá una idea exacta del porte del buque. Hay tambien que recordar que las toneladas de desalojamiento no son lo mismo que las que se llaman de registro ó de porte, pues estas últimas constituyen las que da un cálculo aproximativo de la capacidad que queda libre en la embarcacion para la carga, mientras que las primeras son las que corresponden al volúmen de agua desalojado por el barco, y que se obtienen dividiendo el peso de este y de su carga por el peso del metro cúbico de agua de mar. En la segunda tabla, copiada en parte de la obra titulada "Claudel. Tables et formules, etc.," van consignadas para algunos buques ambas especies de toneladas. Las dimensiones de los buques de la primera tabla están dadas en piés ingleses.

TABLA I.—Dimensiones de buques americanos é ingleses.

NOMBRE DEL BUQUE	Longitud	Latitud	Calado	Desalojamiento en toneladas
Niagara	$330^{\text{piés}}0$	$55^{\text{piés}}0$	$23^{\text{piés}}0$	5,440
Wabash	262.5	51.3	21.8	4,440
Malborough	245.0	61.2	26.3	6,050
Adriatic	351.0	50.0	20.0	5,233
Warrior	380.1	58.0	26.0	8,997
General Admiral	313.0	54.5	23.0	5,200
Australasian	314.5	42.1	22.0	4,447
Himalaya	340.5	46.0	16.7	3,220
Atrato	318.0	42.0	16.5	3,070
Arctic	280.0	46.0	19.0	3,724
Powhatan	251.0	45.0	18.5	3,600
Asia	267.0	46.5	19.5	2,128*
Metropolis	340.0	45.0	10.5	2,200
Costa Rica	274.0	39.0	15.0	2,300
Brookling	233.0	43.0	15.5	2,532
Princeton	156.5	30.5	17.0	1,046
Commonwealth	300.0	41.7	8.2	1,400
City of Boston	320.0	39.0	8.2	1,450
Ly-re-moon	270.5	27.8	12.5	1,317
Wyoming	209.7	23.0	12.8	1,475
Magnolia	295.0	33.0	7.0	1,000
English	178.0	32.9	19.2	1,385
Banshee	189.0	27.2	9.0	770
Wm. H. Webb	185.5	30.2	7.2	498
Buckage State	260.0	30.3	5.0	530

* Antigua medida.

TABLA II.—Dimensiones de buques ingleses y franceses.

NOMBRE DEL BUQUE	Longitud	Latitud	Calado	Desalojamto. en toneladas	Toneladas de registro
Bosphore (antiguo)	$50^{m}75$	$6^{m}85$	$3^{m}0$	559	
Nashwil	64.80	10.40	3.6	1,940	960
Navarre	93.00	11.63	5.1	3,056	1,168
Aigle	82.00	10.50	4.4	1,908	
Victoria and Albert	91.20	12.25	4.56	2,098	
America	75.30	11.40	5.40	....	1,756
Shannon	101.00	13.42	5.28	4,100	....
Vanderbildt	98.40	15.00	6.50	5,000	4,144
Seine	72.40	11.62	4.60	....	1,200
Thunder	73.00	9.12	....	1,905	1,100
City of Glasgow	69.25	9.95	5.2	....	1,610
Moltan	97.20	11.85	6.08	3,508	2,600
Danube	70.00	10.00	4.21	1,464	....
Imperatrice Eugénie	95.20	11.70	6.10	3,300	1,551
City of New-York	106.40	15.20	....	....	2,560
Jacquard	75.00	11.80	6.50	....	2,400

Agregaré, por último, las dimensiones de cuatro vapores ingleses que constan en la obra de Murray, titulada "Ship-buil-

ding in iron and wood," porque indican, en mi concepto, las dimensiones generalmente admitidas hoy. Dichos vapores, llamados Leicester, Ulster, Munster y Connaught, tienen de longitud 350 piés, de anchura 35, y su calado medio es de 12 piés 8½ pulgadas, desalojando entonces 1,880 toneladas. Deberian andar 20 millas por hora.

Creo que el canal llenaria su objeto si por sus dimensiones pueden pasar por él buques que desalojen hasta 3,000 toneladas, y que por lo mismo tendrán un número menor de toneladas de registro. En ese caso la anchura del canal en el fondo no deberá bajar de 20 á 25 metros, ni la profundidad del agua de 6 á 7 metros con los taludes convenientes, segun los terrenos que fuese atravesando. Las esclusas deberian tener, por lo menos, 100^m de longitud por 15 de ancho, y aproximadamente una caida de 3^m.

Mientras no haya estudios más completos, tanto del terreno como del tráfico que pudiera desarrollarse en la via y de las dimensiones que se adoptarán para los buques, no es posible consignar sino cifras aproximativas.

La Comision científica americana, que, por encargo de la Compañía del ferrocarril de Tehuantepec, visitó los principales canales de Europa, dice, poco antes de concluir su informe: "En lo que "antecede no hemos fijado *dimensiones* para el canal propuesto; "hubiera sido prematuro consignarlas en este informe. Sin em- "bargo, debe entenderse que nos referimos á un *canal para bu-* "*ques*, con una profundidad útil de 20 piés (6^m09), y con esclusas "de dimensiones correspondientes, es decir, de 450 piés (137^m16) "de longitud por 50 piés (15^m24) de ancho. El estado actual de "transicion de la navegacion del Océano, en el que el vapor susti- "tuye á las velas, y los buques de longitud enorme á los mode- "los existentes, suministra un motivo independiente y fundado "para usar esclusas de madera. Mientras que seria imprudente "embarazar la navegacion con la construccion de obras monu- "mentales, que vendrian á ser inaceptables con el tiempo, seria "tambien prematuro hacer de mampostería esclusas de la enor- "me longitud que anticipan ya algunos constructores de buques "que llegarán á tener los vapores de hierro."

Se ve, pues, la dificultad que hay para fijar desde ahora las di-

mensiones definitivas del canal y de sus esclusas, y lo prudente que seria construir las esclusas de madera, como lo propone la Comision de la empresa del ferrocarril. Dos de los miembros de esa Comision, Mr. Barnard y Mr. Williams, conocen bastante el Istmo de Tehuantepec, acaban de visitar los canales más importantes de Europa, y están al tanto de los progresos de la navegacion, por lo cual su opinion es de mucho peso en el asunto.

En cuanto á la altura de caida de las esclusas, debe subordinarse principalmente á la capacidad de frecuentacion que se calcule para el canal, es decir, á la cantidad de mercancías á que pueda dar paso, puesto que por su naturaleza esta clase de obras imponen límites á la frecuentacion, no pudiendo ser indefinida la cantidad de mercancías que pasa por ellas. Además, influye la caida en el consumo de agua y en el costo de establecimiento de las esclusas; pero ese detalle importante se fijará cuando se haga el proyecto definitivo de la obra. Por ahora he supuesto esa altura de 3 metros.

Paso á ocuparme de la alimentacion del canal. El consumo de agua se compone principalmente de dos partes: 1ª, la que se debe á la evaporacion y filtracion; 2ª, la que se ocasiona por el paso de los barcos. La primera parte del consumo es proporcional á la longitud del canal; la segunda varia en el mismo sentido que la caida de las esclusas y segun una ley determinada. La pérdida de agua por evaporacion y filtraciones, es mucho mayor que la que tiene lugar por el paso de los barcos. Además de estas pérdidas hay otras menores, como las que resultan por falta de ajuste en las puertas de las esclusas, por la diferencia de dimensiones que pudiera haber entre las dos esclusas de un tramo, por la afluencia de barcos en los tramos cortos, etc.

Si es muy difícil fijar con alguna exactitud la cantidad de agua que ha de alimentar un canal, cuando ya se han determinado sus dimensiones, el tráfico que ha de haber en él, y se ha hecho un estudio detallado del terreno, mucho más lo es, por no decir imposible, cuando no se tienen datos sino aproximativos. Sin embargo, puede uno formarse idea de la cantidad que se necesita conociendo la que se gasta en algunos canales ya construidos y la que se ha calculado para otros proyectados.

De la obra "Annales de ponts et chaussées" he tomado los datos que pongo á continuacion, y que se refieren á canales de secciones relativamente pequeñas, como son los de Francia, y cuyas dimensiones son conocidas.

Para mejorar la navegacion del canal del Centro se calculaba que se necesitarian las siguientes cantidades de agua, por dia:

	Mets. cúbs.
Vertiente del Saone	41740
Tramo del punto de reparto	11560
Vertiente del Loire	44410
Total	97710

En este consumo total hay una cantidad de 67,290 metros cúbicos por evaporacion y filtraciones.

Para el canal del Nivernais el consumo diario se valuaba en 53091.8 metros cúbicos, ó 39233.1 metros cúbicos, no contando el gasto por el paso de los barcos.

El volúmen necesario para la alimentacion del canal del Ródano al Rhin es, el mayor, de 13.78 metros cúbicos por segundo, y el término medio de 10.0 metros cúbicos, siendo, por consiguiente, el volúmen diario de 864,000 metros cúbicos. Está alimentada la via por un canal navegable que toma en el Rhin, cerca de Huningue, 16 metros cúbicos por segundo, y no es fácilmente transitable á causa de la pérdida considerable del agua á través del suelo de guijarros en que está construido, pero se ha llegado á disminuir esa pérdida introduciendo al canal alimentador aguas cenagosas.

Brisson, en su proyecto de canal del Marne al Rhin, valuaba como sigue el consumo del punto de division de los Vosges:

	Mets. cúbs.
Pérdidas del ramal del Meurthe, en 40 kilómetros, á razon de 0.75 metros cúbicos por metro corriente, en 24 horas	30000
Consumo en el tramo de division, tanto por sus pérdidas como por la navegacion	43000
Ramal del Rhin	30000
Total	103000

Más tarde Mr. de Graeff valuaba el consumo de agua en 90,000 metros cúbicos, y aun creia que se reduciria á 80,000, pues dice

en su Memoria: “Como lo habiamos expresado, el consumo dia-
“rio del punto de division de los Vosges no pasará de 80,000 me-
“tros cúbicos. El término medio de este consumo, del 1º de Se-
“tiembre de 1853 al 1º de Setiembre de 1854, no ha sido de 70,000
“metros cúbicos, con todas las condiciones desfavorables de la ali-
“mentacion de la vertiente del Meurthe, en la que habia mucho
“que revocar y de donde se enviaba el agua á 56 kilómetros de
“distancia.”

Para la alimentacion del canal de Nantes á Brest, en la parte destinada á reunir el rio Vilaine con el Loire, Mr. Cottin de Melville valuaba el consumo diario de agua en 54950 metros cúbicos.

Mr. Michel Chevalier, al hablar de los canales de los Estados-Unidos, se expresa así: “En el canal Erie el gasto de agua de-
“bido á la evaporacion y á la filtracion, era de 25.2 litros por se-
“gundo, y por kilómetro, en un terreno favorable, de 29.1 litros
“en otras partes; de 34 en un tramo en que el terreno no pare-
“cia malo. En Pennsylvania se ha confirmado, en el canal lateral
“al Delaware, que tiene $12^{m}2$ de ancho y en el que el agua se man-
“tiene á $1^{m}52$ de profundidad, que el consumo de agua por eva-
“poracion y filtracion es de 14.6 litros por segundo y por kiló-
“metro. La experiencia se hizo en 1835, en la épca más seca del
“año, en una longitud de canal de $22^{kil.}5$, construida en terra-
“plen la mitad y al cabo de dos años de establecida la navega-
“cion.”

“Muchos ingenieros americanos calculan esas pérdidas en
“14.6 y 17.7 litros, por segundo y por kilómetro. Sin embargo,
“para la alimentacion del canal de Ohio, así como en el Estado
“de Indiana, se ha adoptado la base de 29.3 litros.”

“Para el canal de Chesapeake al Ohio, que tiene mayores di-
“mensiones, el general Barnard habia creido ponerse á cubierto
“de un desengaño calculando el abastecimiento sobre una pér-
“dida posible de 22.7 litros por kilómetro y por segundo.”

“El mayor consumo de agua que se tiene en un canal, es el que
“resulta de las filtraciones. Se estima en Europa que asignando
“á esta causa de pérdida una cantidad diaria de agua, represen-
“tada por una rebanada horizontal de 5 centímetros de espesor
“en toda la longitud del canal, queda uno en las condiciones de

"abastecimiento suficiente, sobre todo despues de los primeros "años. Con un canal de $12^{m}2$ en la línea de agua, serian 7 litros "por kilómetro corriente y por segundo. Estimando en 29.3 litros "por kilómetro corriente y por segundo lo que se perderia de "una manera permanente por la filtracion y la evaporacion, los "ingenieros de los Estados de Indiana y Ohio han proveido ám- "pliamente á la alimentacion de los canales confiados á su cui- "dado, porque la pérdida por evaporacion en esos países, dedu- "ciendo lo que se restituye por la lluvia, no equivale á una re- "banada de un quinto de centímetro por dia, es decir, que seria "menos de $\frac{1}{50}$ de la filtracion, valuando esta á 7 litros por kiló- "metro y por segundo, y el derrame por las puertas mal unidas "de las esclusas, en un canal bien conservado, no aumenta esta "cifra de 7 litros, sino una fraccion."

"Se entiende, por otra parte, que se trata únicamente en lo que "precede de terrenos poco permeables, ya por su naturaleza, ya "porque se les ha hecho así por medio de trabajos á propósito."

"El nuevo canal de Erie ensanchado ofrece la particularidad "notable de que 256 kilómetros, comprendidos entre Buffalo y "Montezuma, serán alimentados por una sola toma de agua sa- "cada del lago Erie. Se espera conseguirlo sin que la velocidad "de la corriente que venga del lago pase de 1,000 á 1,200 metros "por hora."

"La alimentacion del canal de la Union (Pennsylvania) ha sido "sumamente difícil y ha exigido trabajos muy notables. En el "punto de division de las aguas se manifestaban constantemen- "te filtraciones enormes, á pesar de todas las medidas que se ha- "bian tomado sucesivamente para prevenirlas, por lo que se de- "cidió cerrar un valle á 18 kilómetros del canal, de modo que se "formó así un inmenso depósito de 16.347,400 metros cúbicos de "agua, de los que 11.300,000 pueden ser utilizados en el canal. "Una parte de esta agua, antes de bajar al canal, se emplea en "mover unas bombas que elevan la provision que se necesita en el "punto de division, á 30 metros, poco más ó menos, de altura, "sobre el depósito en que funcionan las bombas. Una máquina "de vapor, de la fuerza de 100 caballos, concurre con unas rue- "das hidráulicas al movimiento de las bombas. Se estima que el

"agua contenida en el gran depósito de que se acaba de hablar "bastaria para alimentar el canal por 200 dias."

"De todos los canales construidos por el Estado de Nueva-"York, el canal de Chenango fué el primero que tuvo necesidad "de depósitos para la alimentacion. Son siete esos depósitos, y "se encuentran al rededor del punto de division. Para establecer-"los se sacó partido de diversos estanques ó pequeños lagos que "se han represado y de algunas barrancas que se cerraron. Su "extension total es de 582 hectaras, y las aguas llegan al punto "de division por canales alimentadores, cuyo desarrollo es de "28,140 metros. Mr. Jervis, ingeniero del canal, estima su con-"tenido en doce millones de metros cúbicos. El depósito menos "profundo tiene $2^{m}44$ y el de mayor profundidad $16^{m}77$.

"El depósito de Saint Ferréol, en el canal del Mediodía, cubre "64 hectaras de terreno. Su profundidad llega á 32 metros, y su "contenido es de 6.300,000 metros cúbicos. El de Lampy, que se "ha construido posteriormente, á fin de tener una alimentacion "suplementaría, cubre 23 hectaras de superficie; la profundidad "del agua es de $16^{m}50$, y contiene 1.760,000 metros cúbicos.

"Los diques de los depósitos del canal del Mediodía se cons-"truyeron con el mayor cuidado, de piedra de sillería. En el ca-"nal de Chenango se han hecho del modo más comun, es decir, "de tierra y piedras perdidas. Al rededor del punto de division "del canal de Borgoña hay cinco depósitos, para la alimentacion "del tramo culminante y de los inmediatos, de los cuales el de "Grosbois es seguramente el más vasto de los depósitos com-"pletamente artificiales que se hayan establecido para la alimen-"tacion de un canal. Hay en él hasta $21^{m}50$ de profundidad con "una capacidad de 8.222,000 metros cúbicos.

"El dique construido en el valle del Brenne, para formar este "depósito, es tambien de sillería. Entre los otros dos depósitos "del canal de Borgoña, el de Chazilly iguala en capacidad al de "Saint Ferréol. Mr. Jervis habia valuado solamente en un quinto "del agua pluvial la provision que seria posible hacer llegar á "los depósitos, aunque la experiencia, en otros países, hubiera "hecho esperar una reserva más abundante. Despues de una "medida directa ha encontrado, en efecto, que sus depósitos re-

"cibian los dos quintos, poco más ó menos, del agua pluvial que "caia en el país."

Hasta aquí Mr. Chevalier. Mr. Childs calculaba el consumo de agua, para el proyectado canal de Nicaragua, cuyas dimensiones he dado antes, del modo que sigue:

	Metrs. cúbs.
Para el paso de los barcos	5.663
Para compensar la evaporacion, filtraciones y demas pérdidas	43.944
Gasto total por segundo	49.607

Lo que da un consumo de agua, por dia, de 4.086,045 metros cúbicos.

Para el canal de Tehuantepec Mr. Fuertes calcula de esta manera el consumo de agua:

	Metrs. cúbs.
Por el paso de los buques	4.159
Por evaporacion	0.651
Por filtraciones	25.369
Por las puertas de las esclusas	0.008
Por filtraciones de los diques	0.057
Por pérdidas en el canal alimentador	15.573
Gasto total por segundo	45.817

En 24 horas el gasto seria de 3.958,589 metros cúbicos.

La longitud del canal, segun el trazo de Mr. Fuertes, es de 231.74 kilómetros, y deduciendo de la cantidad necesaria para la alimentacion el consumo por el paso de los barcos, quedan 41.658 metros cúbicos que, divididos por la distancia, dan en números redondos 180 litros por kilómetro y por segundo.

Para cubrir ese gasto de agua, bastaria en casi todo el año el Coatzacoalcos Superior ó rio del Corte, derivado desde el punto donde tuvimos nuestro primer campo, á muy corta distancia, rio arriba, de su confluencia con el rio Blanco. La medida que practicamos en union de los ingenieros americanos, el 21 de Febrero de 1871, nos dió precisamente poco más de 45 metros cúbicos por segundo. Si á esta cantidad se agrega el producto de otras corrientes perennes, que pueden llevarse al punto de division, como el rio Blanco, el del Milagro, el Yecpac, el Escolapa, el Coyolapa el de la Chichihua, y otros pequeños arroyos, se tendrá un volúmen de 60 metros cúbicos por segundo, el cual es más que suficiente para alimentar el canal, con las dimensiones y el tráfico

que le ha supuesto Mr. Fuertes, y suponiendo tambien pérdidas muy considerables por filtraciones.

Sin embargo, como lo he manifestado en la primera parte de este informe, volví en el mes de Mayo, que es el de rigurosa seca en el Istmo, á medir las aguas del Corte, y no pude haber ido con más oportunidad, porque el mismo dia que practiqué la medida (26 de Mayo) cayeron los primeros aguaceros. El volúmen del rio del Corte habia disminuido mucho, pues solamente encontré $18.^{\text{m. cúb.}}14$. Sorprendido quedé al ver la diminucion de las aguas del Corte, sobre todo cuando acababa de cruzar sus afluentes que conservaban casi el mismo caudal de agua que en Marzo; y aunque la medida de las aguas del rio fué imperfecta, por las dificultades con que la practiqué, no por eso creo que se aleje mucho de la verdad. Para más seguridad en los cálculos del agua necesaria para la alimentacion, tomaré este último resultado para el volúmen mínimo del Corte y supondré que todas las otras corrientes que cité en el párrafo anterior, unidas al rio del Corte, dan solamente 30 metros cúbicos por segundo, en Abril y Mayo. Estos son, en efecto, los meses de rigurosa seca, pues hasta fines de Marzo soplan con frecuencia los vientos del Norte en el Istmo, y generalmente producen abundantes lluvias en las montañas y en las llanuras del Atlántico.

Tomando los datos suministrados por Mr. Chevalier, sobre los canales de los Estados-Unidos, vemos que, en su concepto, los ingenieros americanos habian proveido ámpliamente á la alimentacion de aquellos, destinando para las pérdidas por evaporacion y filtracion $29^{\text{lit}}3$, en canales de una profundidad de agua de $1.^{\text{m}}5$ á $1.^{\text{m}}8$. Estos datos están de acuerdo con los que consigna el coronel americano J. J. Abert, en su interesante opúsculo titulado: *Report in reference to the canal to connect the Chesapeake and Ohio canal with the city of Baltimore. 1838.* Asignando al canal de Tehuantepec 7^{m} de profundidad de agua, tomando $29^{\text{lit}}3$ para la pérdida por filtracion solamente en canales de $1^{\text{m}}5$ de profundidad, y haciendo las pérdidas por esa causa proporcionales á las alturas, segun los principios admitidos, tendremos entonces $136^{\text{lit}}7$ por kilómetro y por segundo, para el consumo por las filtraciones. La longitud que tiene la via artificial en mi proyecto es de

186 kilómetros, y agregándole 44 kilómetros que tendrá próximamente el canal alimentador, resultarán 230 kilómetros y la pérdida por filtracion será en ambos canales de $31^{m. cúb.}44$ por segundo.

La Comision americana hizo experimentos en el Istmo para determinar la evaporacion, y halló por término medio al dia y en la estacion de secas, 0.19 de pulgada inglesa, que equivalen á $0^{m}0048$ ó $0^{m}005$ en números redondos. El canal con una longitud de 186 kilómetros y 60^{m} de anchura en la línea del agua, perderia por segundo $0.^{m. cúb.}66$.

Para el consumo por el paso de los barcos admitiré, como se hace en estos casos, que cada buque consume dos volúmenes de esclusa para pasar el tramo culminante, y suponiendo que pasaran sesenta buques por dia, tendriamos 120 volúmenes de esclusa. Ya he manifestado que las dimensiones de estas obras serian las siguientes: 100^{m} de longitud, 15 de ancho y 3 de caida, con lo cual resulta por el paso de las embarcaciones $6^{m. cúb.}25$ por segundo.

Estas son las pérdidas principales, y por lo menos son las que pueden calcularse con alguna aproximacion. Las he exagerado un poco, y sin embargo el total de ellas no asciende más que á $38^{m. cúb.}35$ por segundo. La pérdida más considerable es la que tiene por causa las filtraciones; pero ella disminuirá constantemente por la introduccion, en el canal alimentador y en el de navegacion, de las aguas cenagosas de los tiempos de crecientes. Además, hay que tener presente, como lo hace notar el coronel Abert en el informe ya citado, que los canales poco profundos tienen más grandes pérdidas que los de mayor profundidad.

Reducido el volúmen de las corrientes, que pudieran llevarse naturalmente al punto de division, á 30 metros cúbicos por segundo en los meses de Abril y Mayo, claro es que no seria suficiente esa cantidad para mantener la navegacion, y es preciso buscar medios para cubrir el deficiente. Desde luego rebajando la altura del tramo culminante á 200 metros por lo menos, y haciendo el trazo de ese tramo de manera que venga á servir para el desagüe natural de los llanos de Tarifa, se obtendrá mayor cantidad de agua que con la altura que actualmente tiene allí el terreno, pues recogeria así todas las aguas subterráneas, las de

los arroyos de Tarifa y del Monetza, y las de otras corrientes que hoy quedan más bajas que el terreno.

Esos recursos serian, sin embargo, pequeños, y como hay que surtir bien el canal en la época de secas, para que en ningun tiempo se interrumpa la navegacion, propongo que se construyan dos diques en el Coatzacoalcos Superior. El primer dique se colocará en el lugar donde tuvo la Comision su primer campo, como lo dije ya antes, y cuyo lugar está á 202 metros sobre el nivel del mar, segun los datos de la Comision americana. El segundo dique se establecerá de manera que puedan llevarse á los tramos inferiores al de la cima las aguas que quedan al Coatzacoalcos, aumentadas con las de los rios de Chimalapilla y del Pinal. Un estudio detenido del terreno hará ver el punto más á propósito para la construccion de este segundo dique y el trazo más conveniente del canal alimentador. Ambos diques no tienen que ser muy elevados, y por lo mismo ni su construccion será difícil ni el costo será de consideracion, habiendo, por otra parte, materiales en abundancia y de la mejor clase en los mismos puntos en que se han de necesitar.

Tanto el rio Chimalapilla como el del Pinal son de regular importancia. No sé que alguna vez se hayan medido sus aguas, y solo he encontrado en el reconocimiento que hizo del Corte, en 1851, Mr. Murphy, de la marina de los Estados-Unidos, que por las señales que se ven en las orillas del rio del Pinal, el agua sube en el lecho algunas veces hasta la altura de 29 piés ingleses.

Pero si ni estas aguas se consideran suficientes, creo que sin dificultad se puede llevar á los tramos de la vertiente Sur del canal el rio Chicapa que tiene una cantidad muy regular de agua. La medida del volúmen que hice en el mes de Febrero, cerca del pueblo y despues de la confluencia con el Xoxocuta, me dió 4 metros cúbicos por segundo. El Sr. Moro encontró poco más de 5 metros cúbicos, sin el Xoxocuta y sin el Monetza; pero no dice en qué época del año. La Comision americana lo midió en Diciembre y encontró poco más de 4 metros cúbicos. Además, para la vertiente del Norte, que es la más larga, se puede aprovechar el Chalchijapa, rio de bastante importancia, pues aun es navegable por balsas, y como es bien sabido, sirve de via de comuni-

cacion á los indios de Santa María Chimalapa. Por último, el Malatengo, al que calculaba el Sr. Moro 15 metros cúbicos por segundo, pero cuyo cálculo me parece exagerado en la seca, puede introducirse tambien en algunos de los tramos del canal.

Todas estas corrientes, de las que algunas, como los rios Chicapa y Chalchijapa, serán atravesadas por la via y facilitarán más, por lo mismo, su aprovechamiento, compensarán ámpliamente, en la época de rigurosa seca, la cantidad que encuentro como deficiente en esa época, y no habrá necesidad de crear depósitos artificiales, ni de recurrir á máquinas para elevar el agua.

Además, segun la opinion de ingenieros distinguidos, es más conveniente, para la regularidad de la navegacion, distribuir las aguas destinadas para la alimentacion en las dos vertientes del canal, y no acumularlas todas en el tramo de reparto, lo cual hace tambien ventajoso el sistema que propongo para la alimentacion.

En cuanto á los puertos, al Norte se tiene el rio Coatzacoalcos, cuya barra es permanente, siendo el fondo de arcilla, cubierta con una capa delgada de arena. Las profundidades que encontramos sobre la barra fueron $4^{m}25$ y $4^{m}50$ en la marea baja. Los oficiales de los buques de guerra que estaban al servicio de la Comision americana y que levantaron el plano de la desembocadura del rio, hallaron 14 piés ingleses ($4^{m}37$), y con boyas podrian seguir los buques un canal en el que la menor profundidad seria de 15 piés ($4^{m}57$) en la marea baja. Segun los mismos oficiales, la mayor altura de las mareas es de 2 piés ($0^{m}61$), y tienen mucha influencia sobre ellas los vientos y la corriente del rio. El viento del Norte aumenta la altura del agua, y lo contrario sucede con el viento del Suroeste. La marea sube hasta Hidalgotitlan, á unos 70 kilómetros de la desembocadura. El mejor lugar para anclar es frente á la pequeña poblacion que se llama "La Barra," y en donde hay poco más de 12 metros de profundidad.

Desde la desembocadura hasta Minatitlan solo hay dos lugares en que la profundidad del rio sea menor que 6 metros. En todo lo demas hay mayores profundidades, hasta de 15 metros.

Esos dos lugares de poca profundidad, fácilmente y á poco costo quedarian libres de los bancos de arena que los obstruyen, porque estos no son extensos.

Respecto de la barra me parece que no ha de ser operacion costosa ni difícil la que se haga para obtener sobre ella hasta 6 ó 7 metros de agua, y para conservarle esa profundidad convendria quizá modificar la seccion del rio, por medio de diques longitudinales, de manera que aumentase la velocidad, y con esta la potencia del trasporte de las aguas. En la Carta del Istmo he indicado estas obras; pero es claro que se necesita para proyectarlas un estudio de la localidad muy detenido, de modo que puedan preverse de una manera clara los resultados lejanos y las consecuencias futuras de tales obras. Antes de emprenderlas es preciso haber estudiado atentamente todas las circunstancias de los vientos, de las olas, de las corrientes, de los aluviones, pues como lo hace notar un autor, requieren una observacion constante y profunda del régimen natural, que es permitido mejorar imitándolo, pero que no es dado modificar notablemente sin peligro. Por otra parte, las obras que me limito á indicar se han ejecutado ya, y con muy buen exito, no solo en los rios de mareas, sino aun en los que no las tienen, como el Ródano, el Danubio y el Mississippi. Por lo pronto bastaria profundizar la barra del Coatzacoalcos y remover los ligeros obstáculos que hay en el rio, para tener un buen puerto, como término del canal al Norte, y más tarde se mejoraria, segun lo fuesen indicando la experiencia y las necesidades del tráfico.

En la extremidad Sur del canal no hay puerto natural, segun el trazo que propongo, y por lo mismo ya he dicho antes que habrá que construir un pequeño puerto artificial que sirva de entrada, y en la misma laguna podrán anclar muchos buques. Para la construccion de las *escolleras* (jetées, piers) que han de cerrar el puerto, se presta admirablemente la roca verde que forma los cerros de Monapostiac, pues se encuentra allí en grandes trozos separados que no hay más que trasportar al lugar en que se necesiten. La longitud de esas escolleras no ha de ser muy grande, pues á no mucha distancia de la costa se llega á la profundidad que se habia de requerir. Segun los planos de la Ventosa y de la Boca-Barra, levantados por Mr. Trastour en el reconocimiento de 1851, y entre cuyos lugares ha de quedar el nuevo puerto, á una distancia de la costa de unos 700 metros se encuentra una

profundidad de agua, en la baja mar, de 9 á 12 metros. A 762 metros de la Boca-Barra habia $8^{m}5$ de profundidad.

Por los datos que me comunicó el capitan del puerto de Salina Cruz, D. Juan B. Perez, y que pueden aplicarse á aquella parte de la costa, la mayor altura de las mareas es allí de $1^{m}75$. Los vientos del N. son los reinantes en los meses de Octubre á Marzo; en Abril comienzan á soplar los del Sur hasta Setiembre. Los vientos del Norte soplan algunas veces hasta diez dias consecutivos, y no es conveniente entonces alejarse de la costa á más de 4 millas, porque se sufrirá mucha mar. En la estacion de los sures se experimenta á ocasiones mucha mar de leva; pero como estos vientos no duran sino á lo más dos dias, y la mar cesa á la vez que el viento, pueden los buques aguantarse á la capa y esperar la entrada del terral para fondear.

En cuanto al costo probable de la obra, no es posible fijarlo con alguna aproximacion, porque no habiéndose hecho un estudio detallado del terreno, no se puede formar un proyecto ni indicar con exactitud el trazo de la via y el presupuesto de ella. Los trabajos de nivelacion que se hicieron por las dos Comisiones han servido para fijar con precision las alturas de algunos puntos muy importantes; pero al mismo tiempo el conocimiento de esas alturas viene indicando la necesidad que hay de estudiar el terreno por otros puntos, pues el canal no podria trazarse convenientemente por donde se hicieron las nivelaciones. Creo tambien que hasta seria perjudicial á la obra formar el presupuesto de ella partiendo de un trazo hipotético y que podria variar mucho con un nuevo exámen de las localidades. Sin embargo, me será permitido asegurar que el costo no ha de ser muy grande, porque las dificultades que ofrece el terreno no son extraordinarias, porque los materiales se encuentran en abundancia y á la mano, y porque los jornales de los operarios indígenas son muy baratos.

De todo lo que antecede, me parece que puede deducirse que la construccion del canal es posible; pero para afirmarlo con plena seguridad, hay que proceder á un estudio completo del terreno, de un mar al otro, aprovechando los datos de los reconocimientos, los cuales han suministrado muy útiles indicaciones. Es

preciso tambien estudiar el trazo de los canales alimentadores, medir con exactitud, y en todas las épocas del año, las aguas de los rios que han de servir para la alimentacion, y observar los vientos, las mareas, las corrientes y todas las demas circunstancias que han de influir en las construcciones que se han de hacer en la mar, para establecer y mejorar los puertos. Mientras no haya datos exactos respecto de todo lo indicado, y mientras no haya un presupuesto de las obras, no es posible aguardar que se presenten compañías que hagan propuestas formales para la construccion del canal, ni se puede esperar que los gobiernos interesados en su ejecucion le presten auxilios eficaces.

La objecion más importante que se hace al canal de Tehuantepec, se funda en los inconvenientes que ofrece el número de esclusas que, para un canal interoceánico, es considerable. Esos inconvenientes consisten en el gasto que ocasionará la construccion de más de cien esclusas de tan grandes dimensiones, en el tiempo que se invertirá en llenarlas ó vaciarlas y en todas las maniobras indispensables para el paso de cada buque, y en los choques que pudiera ocasionar el viento, obrando en las arboladuras de los buques, y que causarian perjuicios, tanto á las embarcaciones como á las obras. Es cierto que existen esos inconvenientes, pero no tienen toda la importancia que se les ha querido dar. Las esclusas no serán tan caras, si, como lo aconseja la prudencia, se construyen de madera, y se pueden hacer perfectamente impermeables aprovechando la gran cantidad de asfalto que existe en el Istmo. En cuanto al tiempo empleado en la maniobra de las esclusas, mucho se ha disminuido en los canales modernos. En el canal Erie se han hecho experimentos en los años de 1848 y 1849, y ha resultado que el tiempo total empleado en la entrada y salida de un barco de la esclusa y en vaciar esta, era por término medio 4 minutos. En las esclusas del canal interoceánico aumentaria naturalmente el tiempo; pero con el auxilio de maquinaria creo que nunca podria exceder de 15 á 20 minutos. Por último, me parece que se ha exagerado el efecto de los choques, pues no veo que por ellos se deje de construir esclusas en muchos puertos del mundo, ni canales, en los cuales pueden producirse aquellos, y en los que navegan buques con todos sus palos, como en

los de Suecia, en el Caledonio y en el de Suez. Por otra parte, además de que se tomarán todas las medidas adoptadas ya para evitar ó atenuar el efecto de los choques, el canal quedará cubierto, en la mayor parte de su longitud, por los espesos bosques del Istmo, y en la parte montañosa y en las islas por las mismas elevaciones del terreno.

En Nicaragua y en Darien hay tambien necesidad de esclusas, aunque en menor número; pero el canal de Nicaragua será el de mayor longitud, pues segun el proyecto de Mr. Childs, tendrá 313 kilómetros; está desprovisto de puertos en sus extremidades, habiendo que formarlos á fuerza de excavaciones y con escolleras; y el rio de San Juan, por el que se ha de bajar del lago de Nicaragua al Atlántico, requiere obras considerables para hacerlo navegable.

El canal de Darien, segun el último reconocimiento que se ha practicado por cuenta del gobierno americano, tendrá una longitud de 286 kilómetros. De esta distancia, 241 kilómetros se cuentan en el rio Atrato que requiere muy pocos trabajos para dejarlo expedito para la navegacion; pero el resto presenta grandes dificultades. Habrá en el canal 22 esclusas. Las excavaciones que hay que ejecutar llegan hasta una profundidad máxima de $61^{m}5$, y para pasar el punto de division hay que abrir un túnel de 8235 metros de longitud, con $36^{m}58$ de altura por $21^{m}34$ de ancho. Este es el resultado del segundo reconocimiento que se ha practicado de ese Istmo, por órden del gobierno de los Estados-Unidos, y ha sido menos desfavorable que el primero, hecho en 1870. Segun he sabido, todavía se practicará un tercer reconocimiento.

Si á los inconvenientes mencionados se agrega que en Nicaragua y en Darien el clima es notablemente más insalubre que en Tehuantepec, se convendrá en que el canal por nuestro Istmo puede sostener muy bien la competencia con los otros, y que con un nuevo reconocimiento podrán obtenerse resultados más favorables que los que ahora existen.

Va á continuacion, como parte tercera de este Informe, una Memoria sobre la geología del Istmo, escrita por el ingeniero D. Agustin Barroso.

PARTE TERCERA.

MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

POR EL INGENIERO

D. AGUSTIN BARROSO

El Istmo de Tehuantepec, que forma la parte más estrecha del Continente americano en la República de México, presenta en su constitucion geológica circunstancias particulares que sirven para distinguirlo del resto del territorio mexicano, y que se encuentran en relacion con el desarrollo que adquiere la sierra central en aquel punto, respecto de las porciones bajas que lo hacen comunicar al Norte y al Sur con los Océanos Atlántico y Pacífico.

En efecto, la gran cordillera que forma la Sierra Madre y que se extiende á lo largo de las dos Américas, no sufre una verdadera interrupcion en el Istmo de Tehuantepec; solamente se deprime hasta el grado de no tener sino doscientos cincuenta metros de altura sobre el nivel del mar, en lugar de mil ochocientos y tres mil que adquiere á la distancia de unos cuantos kilómetros, ya al Poniente, ya al Oriente de la zona de mayor depresion.

La ausencia de ciertos pisos geológicos en el Istmo de Tehuantepec parece indicar que las aguas no han invadido esta parte

durante los períodos comprendidos entre el paleozóico inferior y el terciario ó la parte superior del cretáceo; tal vez la poca elevacion y la pequeña anchura de aquella parte se opongan á que asomen á la superficie actualmente descubierta algunos de los pisos que aparecen y se desarrollan á medida que ensancha y se eleva el Continente. En efecto, los pisos pertenecientes á los terrenos intermedios y que abrazan desde el devoniano hasta el sucsoniano no se hallan en el Istmo, y sin embargo, se presentan sucesivamente conforme se adelanta hácia el Noroeste del Estado de Oaxaca y el centro del país.

El Istmo de Tehuantepec puede considerarse dividido en tres regiones: la septentrional y la meridional, que se conocen muy generalmente con los nombres de llanuras del Atlántico y llanuras del Pacífico, y la central que comprende toda la parte alta y montañosa. Las dos primeras son efectivamente porciones planas, cuya elevacion general no pasa de cincuenta metros sobre el nivel del Océano: en algunos puntos existen prominencias en su mayor parte aisladas y casi siempre de poca consideracion.

Las llanuras del Pacífico, que forman una faja de diez ó doce leguas de anchura, están limitadas al Norte por los cerros de Masahua, Guié-Vichi y la cordillera que forma los picos de Palo Blanco, Zapata, Las Toronjas y el Cerro Atravesado, cuyas faldas meridionales terminan en aquellas llanuras; al Poniente se hallan los cerros de Laollaga y los Amates; al Sur el Océano Pacífico, y al Oriente continúan sin interrupcion aun más allá de los límites del Estado de Oaxaca, al cual pertenece el Istmo de Tehuantepec.

Todas las porciones bajas que constituyen en lo general las llanuras del Pacífico, están formadas por terrenos de acarreo compuestos de cascajo, arcilla y arenas de naturaleza muy cuarzosa, que provienen, sin duda, de la descomposicion y el deslave de las rocas graníticas que existen en esta parte del Istmo. Esta formacion se desarrolla cuando menos en un espesor de 10 á 12 metros, á juzgar por los pozos que se encuentran abiertos en diversas poblaciones y ranchos de aquella vasta region.

Entre las rocas ígneas, las graníticas y las porfídicas son las que existen en esta parte del Istmo, formando, como ya se ha di-

cho, prominencias de poca consideracion que interrumpen la monotonía producida por aquellas extensas llanuras.

El granito se encuentra en las playas de la Ventosa formando el cerro del Morro, que no es otra cosa sino la extremidad oriental de una cordillera que corre casi paralelamente á la orilla del Pacífico en el Estado de Oaxaca, y que, formada en su mayor parte de leptynita ó weistein, tal vez se extiende hasta el Estado de Guerrero, en donde forma las costas escarpadas que caracterizan el puerto de Acapulco y sus inmediaciones. Las ensenadas de Salina Cruz, Salina del Marqués, Guela-guichi, Chipehua, y probablemente algunas otras, están precisamente formadas por los estribos ó contrafuertes que sucesivamente se desprenden de aquella cordillera con direccion á la costa del Pacífico.

Los cerros de Huilotepec y San Diego, entre los cuales pasa el rio de Tehuantepec poco antes de desembocar en la Ventosa, y los de Huazontlan, á muy corta distancia, son tambien graníticos: unos y otros se encuentran á unos cuantos kilómetros de la costa del Pacífico. Más al Norte, el granito no forma ya en las llanuras ninguna elevacion, pero entre los pueblos de Comitancillo y San Gerónimo se le ve asomar más ó menos descompuesto en diversos puntos casi al nivel del suelo, sobre todo inclinándose un poco al Oeste del camino que une ambas poblaciones.

El granito que forma todas las prominencias de que acabamos de hablar, no encierra, por iguales partes, sus tres elementos constitutivos. La mica es muy escasa, y no es difícil ver grandes trozos de roca sin contener una sola partícula; el feldespato lo es menos y casi se puede asegurar que existen algunos cristales de esta sustancia en cualquier ejemplar arrancado al acaso; pero el más abundante de todos es el cuarzo, que forma la mayor parte de la masa y envuelve, por decirlo así, los otros elementos.

La sienita es, seguramente, más abundante que el granito en las regiones del Pacífico. Se encuentra bien caracterizada en las inmediaciones de Tehuantepec, formando en la orilla izquierda del rio del mismo nombre, una especie de dique natural que se opone á que las aguas invadan la poblacion por la parte del Este. Constituye igualmente el cerro del Tigre, el Dani-Lieza y algunas otras elevaciones de poca consideracion en las mismas llanu-

ras: al nivel del suelo se presenta cerca de la Zona Central en el camino que de San Gerónimo conduce á la Hacienda de La Chivela, pasando por el portillo de este nombre.

La sienita está muy lejos de tener igualmente distribuidos sus elementos constitutivos; de los tres que la forman, el feldespato y la hornblenda son los más abundantes, siendo muy raro que el primero llegue á faltar completamente. El cuarzo, por el contrario, predominante como es en el granito de la misma region y muy comun en las rocas estratificadas de la Zona Central, en la sienita escasea bastante, y á menudo llega á desaparecer de un modo absoluto, dando así lugar á la formacion de la sienita diorítica, y cuando falta juntamente con el feldespato á la roca de hornblenda ó anfibolita. Entre los minerales extraños que acompañan á la sienita, no hemos podido reconocer sino alguno que otro pequeño fragmento de una sustancia de un color verde claro que, por los pocos caracteres que puede presentar á la observacion, parece pertenecer á la idocrasa. La sienita no solamente se encuentra en masa formando las elevaciones que acabamos de indicar, sino en vetas de orígen posterior atravesando algunas veces la leptynita ó weistein y las rocas azóicas y paleozóicas que aparecen en la region central del Istmo.

Se concibe que variando las proporciones de los elementos que constituyen el granito y la sienita ó faltando alguno de ellos, se originen otras rocas que, aunque un poco diversas por su aspecto y su composicion, no pueden considerarse sino como variedades ó modificaciones de aquellas de que se derivan, y que por la misma razon pudieran designarse con el nombre de fundamentales: esto, que se verifica muy comunmente en todas las formaciones geológicas, sea cual fuere su naturaleza, es casi infalible en aquellas que abrazan una vasta extension.

La formacion granítica del Istmo de Tehuantepec no puede considerarse como muy desarrollada, y sin embargo se presentan ejemplos muy palpables de las modificaciones que sufren en una corta extension las rocas fundamentales; así es que á una pequeña distancia del granito se halla la pegmatita, variedad en que la mica ha desaparecido por completo. Sin salir de la ciudad misma de Tehuantepec, se puede observar por un lado la sienita,

por otro la diorita que proviene de la desaparicion del cuarzo en aquella, y en algunos puntos, por el contrario, la roca reducida al elemento cuarcífero en granos finos, teñida de verde y constituyendo propiamente un cuarcite en el cual la hornblenda viene á desempeñar el insignificante papel de una materia colorante.

Casi todas las elevaciones que forman las islas de las lagunas del Pacífico están compuestas de diorita y de roca verde sienítica; parece que no hay más excepcion que la de la isla del Venado en la laguna Superior, cuya roca es un pórfido arcilloso de la misma naturaleza que los que se encuentran cerca de la orilla septentrional de la misma laguna y corriendo en una direccion casi de Poniente á Oriente. Las prominencias que se encuentran entre las dos lagunas son igualmente de roca verde, y en la base de algunas de ellas aparece la vácia gris que veremos hacer un papel muy importante en la region elevada y montañosa del Istmo. La roca verde se halla cortada por vetas de granito y de sienita en algunas de las islas de la laguna Superior; en la de Monapostiac, la más alta de todas se presenta sumamente resquebrada, efecto que parece debido á una contraccion muy fuerte de la materia durante su enfriamiento.

Las otras rocas ígneas que se encuentran en las llanuras del Pacífico, son la leptynita y el pórfido arcilloso. La primera tiene su orígen en la bahía de La Ventosa, corre casi paralelamente á la costa, y continúa por el interior del Estado de Oaxaca, siguiendo próximamente una direccion Noroeste. La cadena formada por este weistein se desarrolla y eleva considerablemente á medida que se aleja de su orígen; apenas de unos cuantos metros de altura en La Ventosa, cuenta ya en el Xunirahui y en el Tecuan, á cosa de un miriámetro, varios centenares. En este pequeño trayecto se encuentra una ligera depresion que forma el portillo llamado de Zuleta, paso que conduce naturalmente de las llanuras á la ensenada de Salina Cruz, y sin el cual no seria posible hacer llegar á este punto una via interoceánica cualquiera, sino á costa de grandes sacrificios de tiempo y de dinero.

La mayor parte del weistein de esta region se presenta con un color blanco rojizo ó blanco amarillento pasando al amarillo de ocre, circunstancia que hace muy agradable la entonacion de

aquellos paisajes, particularmente en la costa en que la roca se encuentra formando barrancos de paredes casi verticales y lengüetas que, chocadas constantemente por las olas, dejan ver algunas veces arcos naturales y grandes peñascos de figuras caprichosas que limitan casi todas las ensenadas y puertos de aquella parte del Pacífico.

La superficie del weistein es comunmente bastante resquebrada, y á veces se modifica este hasta el grado de no contener ni ún solo grano del cuarzo hialino que generalmente lo acompaña. Entonces se presenta á la vista con todos los caracteres de una simple arenisca: la existencia única del elemento feldespático, su mayor tendencia á la desagregacion, la textura desigual de grano grueso, y hasta el aspecto muy poco ó nada cristalino, contribuyen á suponer que esta roca es de orígen acuoso, y así se clasificaria si se tuviera que juzgar por un ejemplar considerado aisladamente.

Algunas veces experimenta una modificacion todavía más notable; no solamente han desaparecido en él los granos de cuarzo hialino y ha tomado el aspecto de una simple arenisca como deciamos anteriormente, sino que además encierra un gran número de partículas de talco, bastante perceptibles á la simple vista, y en cantidad suficiente para comunicar á la roca un cierto grado de untuosidad que se nota muy bien cuando se pasan los dedos sobre su superficie: tal es la modificacion que encontramos en el vértice número tres de la pequeña triangulacion que practicamos con el objeto de levantar el plano del puerto de Salina Cruz, y de la cual se conservan algunos ejemplares en la coleccion geológica del Istmo de Tehuantepec.

Con excepcion de la cadena que acabamos de mencionar, la leptynita ó weistein no se vuelve á encontrar en las llanuras del Pacífico sino formando el Dani-guiati, elevacion aislada que se halla entre los pueblos de Itztaltepec y San Gerónimo, y que parece haber atravesado el granito, á juzgar por los pedazos sueltos de esta última roca que se encuentran en dicha prominencia y de los cuales se conserva tambien un ejemplar en la coleccion.

El pórfido arcilloso no se ve sino un poco más retirado de la costa; en la laguna Superior forma la isla llamada del Venado,

y un poco más al Norte en las llanuras, ocupa una línea casi de Poniente á Oriente, constituyendo la cordillerita en que se hallan los picos de Tiac-tinayix, Cuapinoltepec y Cerro Prieto y algunas elevaciones aisladas como los cerros del Zopilote y de la Ciénaga, comprendidos entre los meridianos que pasan por los pueblos de Niltepec y Zanatepec. Al Poniente del estero de Espantaperros y casi en su desembocadura se halla el mismo pórfido formando el cerro de la Iguana y algunas otras lomas de poca consideracion, y al Oriente de dicho estero, cerca de la orilla de la laguna Superior, se encuentran los cerros de Buenavista, Tumactiac-xilans y otros menores constituidos por la misma roca. La vácia gris levantada por este pórfido al tiempo de su aparicion, se deja ver en la base de algunas de las elevaciones de que acabamos de hablar; pero más deleznable y mucho menos resistente que los pórfidos, debe haber sido acarreada en su mayor parte por la accion prolongada de las aguas.

La mayor parte de este pórfido se presenta con una coloracion violada ó azulada, encierra cristales imperfectos y más ó menos descompuestos de feldespato de base de sosa, y su tenacidad es bastante considerable. En algunos lugares conserva muy bien su carácter arcilloso y deja percibir el olor característico cuando se arroja el aliento sobre su superficie; en otros da señales evidentes de haber sido alterado por el fuego, y entonces es cuando aparece más compacto, con textura de grano más fino ó bien concóidea, y con los caracteres todos del jaspe que proviene del metamorfismo de la materia arcillosa. La isla de Mitiaxocuen en la laguna Superior presenta esta última modificacion. Los pórfidos arcillosos ocupan menor extension que la leptynita en las del Pacífico, y las elevaciones formadas por los primeros son tambien menos considerables que las producidas por la segunda; ya veremos que en el centro del Istmo los pórfidos arcillosos y los feldespáticos se desarrollan igualmente y alcanzan alturas de mucha consideracion.

Las otras elevaciones que se encuentran en las llanuras del Pacífico, ó bien forman picos más ó menos cónicos y enteramente aislados como los que se conocen con los nombres de Mirador de Nanches, Mirador de la Sepultura, etc., etc., ó bien constituyen

lomas de poca importancia como las de la Majada, Zopilhuapam, Lagartero, etc. Todas están compuestas de pizarra silizosa ó vácia gris de la misma naturaleza que la que se halla en la region central y montañosa del Istmo, á la cual están más ó menos inmediatas. En algunas, como las de Zopilhuapam, aparecen vetas y trozos de hiperstena, y en otras una caliza compacta atravesada por venas de espato calizo.

La presencia del granito, de la sienita y en general de las rocas ígneas primitivas, hacia presumir ya con mucha probabilidad la existencia de las rocas sedimentarias ó estratificadas que descansan inmediatamente sobre aquellas; pero el exámen de la parte montañosa, única que por su altura y accidentes puede prestarse al estudio geognóstico y suministrar algunos datos acerca de sus diversas relaciones, ha venido á confirmar plenamente aquella presuncion. Daremos una idea general sobre la orografía de la region central del Istmo de Tehuantepec, para ocuparnos en seguida de la naturaleza y estructura de las rocas que la constituyen.

Las montañas del Istmo se reunen por el Noroeste con la Sierra Madre, y por el Suroeste con la gran Cordillera de los Andes, es decir, forman parte del sistema central que corre sin interrupcion á lo largo de las dos Américas. En nuestro territorio es indudablemente la porcion más estrecha y menos elevada de dicho sistema, pues se sabe muy bien que tanto á uno como á otro lado se encuentran elevaciones de tres, cuatro y cinco mil metros sobre el nivel de los mares; mientras que no pasan de unos quinientos metros, término medio, las alturas que existen en la zona de mayor depresion de que tratamos.

A medida que la Sierra Madre se aleja del centro del país con direccion al Sureste de nuestra República, sus alturas van disminuyendo de importancia, y su desarrollo en anchura puede decirse que mengua en la misma proporcion. Al llegar al Istmo de Tehuantepec se encuentra dividida en dos eslabones principales: uno septentrional que forma las montañas de Santo Domingo y de Petapa, y termina casi bruscamente en las orillas de los pueblos de los mismos nombres; otra meridional que constituye el cerro de la Banderilla y los de Laollaga que forman el límite oc-

cidental de las llanuras del Pacífico. El primero da nacimiento á las alturas de San Juan Guichicovi; su pendiente va disminuyendo gradualmente hácia las llanuras del Atlántico, y sus ramas se interponen entre los rios Malatengo, Sarabia, Jumuapa y Jaltepec, originando los valles de los mismos nombres por donde corren otros tantos tributarios del caudaloso Coatzacoalcos; los ramales ó contrafuertes de segundo y tercer órden, producen á su vez talwegs por donde corren los arroyos que, como el Tortuguero, el Pachiñé y el Mogañé, contribuyen con los rios anteriores á la fecundidad y riqueza de aquellos terrenos.

El eslabon meridional se divide á su turno en otros dos un poco convergentes que forman las elevaciones del Guié-vixia y Guié-vichi, cuyas vertientes originan la torrentera llamada de Guichilona; en seguida continúan casi paralelamente de Poniente á Oriente, constituyendo las cordilleritas del Masahua y Masahuita, entre las cuales corre la torrentera del primer nombre. Esta última, que lleva sus aguas de Este á Oeste, la de Guichilona que las conduce en sentido contrario y algunos otros arroyos de menos importancia, producen, por su reunion, el rio Verde, que se dirige á las llanuras del Pacífico y desemboca en la laguna Superior, al Oriente del rio de los Perros, que nace entre las vertientes de la Banderilla y de Loallaga y pasa por los pueblos de Chihuitan, San Gerónimo, Itztaltepec y Juchitan.

Con excepcion de las cordilleras de Masahua y Masahuitá que ofrecen picos hasta de 600 metros de altura y que forman el verdadero lazo de union entre las porciones anterior y posterior de la Sierra Madre, esta podria considerarse como interrumpida por las llanuras que forman la mesa de Tarifa, así como por el suave lomerío que se halla más al Norte y que se va perdiendo insensiblemente en las llanuras del Atlántico. Al unirse la Sierra con la extremidad oriental de las cordilleras ya citadas por medio de los cerros de Paso-partida, la Cieneguilla, Palo Blanco, Zapata, etc., se levanta y se desarrolla como en el lado opuesto, comenzando por dos eslabones principales: el meridional, cuya vertiente termina en los llanos del Pacífico cerca de los pueblos de Niltepec y Zanatepec, y cuyos contrafuertes originan los talwegs por donde corren los rios del Cazadero, Xocuapa y Ostuta; y el

septentrional, que interponiéndose entre los valles de Chicapa y Coatzacoalcos, viene á ser la línea de division de las aguas entre los dos Oscéanos. A distanciade 30 ó 40 kilómetros, ambos eslabones han formado ya elevaciones de alguna consideracion, tales como el cerro Atravesado y el pico más elevado de aquella Sierra á 1,500 y 2,300 metros de altitud: los principales contrafuertes de este último producen los valles por donde corren los rios de la Chichihua, Escolapa, Milagro y Blanco, y los ramales secundarios de aquellos, las cañadas que sirven de lecho á los arroyos de Tarifa, los Otates, Pericon, etc., tributarios todos, directa ó indirectamente, del Coatzacoalcos.

El espacio simicircular comprendido entre la parte oriental de la Sierra, la occidental y las cordilleras de Masahua y Masahuita que las unen, se encuentra ocupado por los llanos de Tarifa, las lomas de Xochiapa, los potreros de la Chichihua y los terrenos bajos y húmedos colocados entre el rio de este último nombre y el del Corte, designados con el nombre de Chahuites: en algunos puntos se encuentran elevaciones aisladas de poca importancia que interrumpen, por decirlo así, el nivel general de aquella parte del Istmo. Los rios de Almoloya y Citune, que corren de Sur á Norte, tienen sus valles formados en aquel espacio, y el último lleva sus aguas por la base de las alturas que se extienden de la sierra de Santo Domingo á San Juan Guichicovi, recibiendo en su trayecto los arroyos del Tortuguero, Pachiñé y Mogañé mencionados anteriormente.

A primera vista podria creerse que las cordilleras de Masahua y Masahuita, interpuestas como una muralla entre la parte oriental y occidental de la Sierra, harian imposible, ó cuando menos muy dificultoso, el paso de uno á otro lado del Istmo, puesto que ofrecen alturas de 500 y 600 metros sobre el nivel del mar, y por consiguiente de tres y cuatrocientos metros sobre las llanuras de Chivela y de Tarifa; pero afortunadamente no es así. En las extremidades Este y Oeste de dichas cordilleras, precisamente en las líneas de union con las dos partes de la Sierra, existen dos portillos que establecen una comunicacion fácil entre los llanos del Atlántico y los del Pacífico; hay además uno intermedio llamado de Masahua, y aun se pudieran citar otros tres, incluso el

del Convento, pero en nuestro concepto ninguno presenta las ventajas de los dos primeros conocidos con los nombres de paso de Tarifa y paso de Chivela, cuyas diferencias de nivel con sus respectivas llanuras, apenas llegan á seis y doce metros.

No parece sino que la naturaleza misma se propuso allanar las dificultades que pudieran oponerse al establecimiento de una via interoceánica por este punto; y sin embargo, México, por una fatalidad inaudita, no ha logrado ver todavía planteada esta mejora, no obstante las varias concesiones que ha venido haciendo de muchos años atrás á las diferentes compañías que han pretendido realizarla.

Una descripcion más sucinta de la orografía del Istmo de Tehuantepec, exigiera una topografía muy detallada, que ni las dificultades del terreno ni el tiempo que han podido emplear las diversas comisiones en sus reconocimientos, han permitido ejecutar. Pasemos, por tanto, al estudio de la estructura y composicion de las rocas que componen esta zona.

Desde luego se presentan al estudio, por razon de su orígen, dos grandes clases de rocas; las acuosas ó sedimentarias y las ígneas. Las primeras pertenecen en su mayor parte á los períodos azóico y paleozóico y consisten en gneiss, anfibolita, serpentina, arkosas, vácia gris comun y apizarrada, pizarra arcillosa, calizas, areniscas, arcillas y conglomeradas; las segundas á los terrenos granítico y porfídico, encerrando granito, sienita, roca verde sienítica y pórfidos diorítico, feldespático y arcillosos.

Las rocas sedimentarias se hallan profundamente trastornadas por las rocas plutónicas que han ocasionado su levantamiento; sus capas, materialmente reducidas á girones en diversos puntos, mezcladas unas veces íntimamente con las rocas ígneas y otras bastante modificadas en su naturaleza y estructura, no permiten reconocer con claridad las verdaderas relaciones que tienen entre sí. En efecto, el piso siluriano al cual pertenecen estas rocas es, sin contradiccion, el más trastornado de todos, porque ha tenido que sufrir no solamente las dislocaciones que pusieron término á su duracion, sino tambien los efectos de otras muchas dislocaciones posteriores; sus capas, de horizontales ó casi horizontales que debieron ser en el momento de su depósito, se ha-

llan inclinadas, encorvadas, plegadas y aun verticales como en algunos puntos de Francia.

Los lugares en donde el piso siluriano ha tenido menos que sufrir, son aquellos en que se extiende en grandes superficies como en Inglaterra y en los Estados-Unidos; en este último país en que las capas son casi horizontales en algunas partes de su vasta extension, estos depósitos están todavía, por decirlo así, tales como se formaron en los océanos de aquella época. En Tehuantepec ocupa un espacio muy reducido, y todo él está comprendido en la esfera de actividad de los fenómenos geológicos que han contribuido á producir el relieve actual del Istmo; así es que no hay un solo pedazo que no haya tenido que sufrir las consecuencias de estas perturbaciones. A medida que se ensancha el Continente y que la formacion va creciendo en superficie, sus capas, en lo general, han sido menos profundamente trastornadas, lo cual explica la menor inclinacion de estas, en los distritos minerales del centro del país, no obstante su mayor elevacion, y su casi horizontalidad todavía más al Norte, como hemos visto que acontece en la gran República vecina.

Las rocas azóicas verdaderamente no están representadas en el Istmo sino por uno solo de sus tres pisos, el gneiss, pues aunque el elemento magnesífero se encuentra en este último, así como en la parte inferior de los terrenos paleozóicos, en ningun punto pudimos reconocer la existencia de la micapizarra ni del talco apizarrado, característicos de esta formacion. Otro tanto puede decirse de los minerales tales como el granate, la distena, la estaurolita, etc., que tan frecuentemente se hallan diseminados en el último piso cuando existe un poco desarrollado.

El gneiss se descubre generalmente en las cañadas ó vallecillos que sirven de lecho á los cursos de agua que se distribuyen á uno y otro lado de la cordillera, y muy pocas veces formando elevaciones que no pasan de 300 metros de altura. Está muy caracterizado en el arroyo que se atraviesa varias veces en el portillo de la Chivela y que se une al rio Verde antes de llegar á las llanuras del Pacífico; en este punto su masa es feldespática, en lo general poco cargado de mica, rara vez talcoso, siempre muy compacto y de colores claros más ó menos variados. En la tor-

rentera de Guichilona es anfibólico y de color verde oscuro, lo mismo que el que se observa en los lechos de los rios Chicapa, Monetza, Ostuta, Almoloya, Petapa y el Barrio. El cerro de la Cruz en San Miguel Chimalapa y algunos otros de los que siguen al Oriente por la orilla izquierda del Chicapa, están formados de gneiss hornbléndico que en algunos lugares se convierte en hornblenda apizarrada y en otros se halla muy mezclado con cuarzo semitrasparente, bastante comun en toda esta region. En el arroyo Monetza y en el rio del Barrio lo atraviesan cintas de cuarzo lechoso y de espato calizo; en el Chicapa suele dejar ver alguna que otra partícula de cobre amarillo, y en el Almoloya encierra cubos de pirita trasformados en hierro pardo.

Como se ve, el gneiss y la roca de hornblenda pueden observarse casi en todos los lugares bajos de la parte montañosa, en la zona comprendida entre el Barrio y el portillo de Chivela; más al Norte en los valles por donde corren el Malatengo, el Sarabia, el Jumuapa y sobre todo el Coatzacoalcos, el cuarcite es casi la única roca que se halla constituyendo el cauce de aquellos rios.

La protoginia es sumamente escasa en el Istmo; la observamos asomando en la orilla izquierda del Coatzacoalcos superior, y fuera de este punto no la volvimos á encontrar en ningun otro. Es verdad que el talco abunda en algunos lugares de la cordillera de Masahua, pero más bien se asocia entonces con el cuarzo y la pizarra que con el feldespato, dando así lugar á la formacion del cuarcite talcoso.

La serpentina se encuentra poco antes de llegar al Barrio, por el camino de la Chivela, cubriendo la superficie del suelo en una extension poco considerable. Su color presenta casi todas las variedades del verde, desde el blanquecino hasta el verdinegro. Su textura es astillosa ó concóidea y su dureza de 4 á 5. Se halla acompañada de la variedad de Metaxita llamada crisotilo (chrysotile), en cintas muy finas y paralelas que la atraviesan en todo su espesor. En algunos lugares se manifiesta algo descompuesta y entonces adquiere untuosidad y el aspecto de la esteatita; en otros está mezclada con dialaje, asbesto y algo de amianto, minerales que, como se sabe, son extremadamente frecuentes en las rocas serpentinosas.

Sobre las rocas azóicas ó las plutónicas descansan inmediatamente los terrenos paleozóicos, antiguamente llamados de transicion y divididos actualmente en cinco pisos. El primero de estos, es decir, el siluriano inferior, es el que se encuentra ámpliamente representado en la parte montañosa del Istmo de Tehuantepec, segun todos los caracteres litológicos que nos ha sido posible observar. La vácia gris apizarrada, y sobre todo la pizarra arcillosa alternando con aquella, son las rocas dominantes en esta region; se hallan en estratificacion concordante recubriendo una superficie de muchas leguas cuadradas y formando, sin salir del Istmo, montañas hasta de mil trescientos metros de altura sobre el nivel del Oceáno.

La vácia gris es una roca cuyo tipo mineralógico no está todavía bien determinado, de modo que muy frecuentemente se confunden con ella las areniscas, las arkosas, las filadas y algunas rocas arcillosas, cuyos caracteres dudosos impiden que se las pueda clasificar con toda exactitud. Nosotros, sin embargo, aseguramos su existencia en el Istmo, apoyándonos no solamente en las descripciones que han hecho de esta roca la mayor parte de los geólogos, sino tambien en la comparacion de los ejemplares recogidos con otros ya clasificados y considerados como tipos de la formacion.

La vácia gris apizarrada se presenta con colores muy variados; cuando se encuentra en cierto grado de descomposicion se convierte en una arcilla silizosa de un color blanco amarillento con manchas rojas ó amarillas de ocre producidas por el óxido de hierro. Entonces se desagrega fácilmente, su textura parcial es terrosa y su dureza no pasa de 2. La vácia gris comun reviste generalmente colores oscuros más ó menos verdosos, ofrece una textura desigual de grano grueso ó pequeño y su dureza puede llegar á 4. Se compone de una masa arcillo-silizosa que encierra pizarra, feldespato y cuarzo, y á menudo toma el aspecto de una roca conglomerada. La mica que caracteriza las psammitas aparece algunas veces, pero es poco comun; la pirita no se descubre en ningun punto.

La vácia gris apizarrada pasa frecuentemente á la pizarra, y su transicion es tan gradual que casi es imposible determinar

los límites entre una y otra roca; viene á ser el término medio entre la vácia gris compacta ó comun y la pizarra. La única diferencia que presenta con esta última, consiste en su carácter un poco más silizoso y en que son perceptibles á la simple vista los granos de arena ó de materia arcillosa diseminados en la pasta esquistosa que forma el cimento.

La pizarra alterna con la vácia gris apizarrada y se halla recubriendo con ella la mayor parte de la superficie montañosa del Istmo. Sus colores son aun más variados que los de la vácia gris, su textura general pizarreña, la parcial desigual de grano pequeño, y su dureza de 2 á 4. Comunmente es arcillosa, pero la influencia de las rocas ígneas hace que se presente micácea y talcosa en diferentes lugares. Sus capas están muy inclinadas, onduladas y en general con todos los caracteres de haber sufrido grandes y diversas dislocaciones. Su direccion es por consiguiente muy variable, segun las localidades en que se observa; en San Miguel Chimalapa y sus inmediaciones el rumbo medio es de 75° Noroeste con un echado hasta de 75° Suroeste; cerca de Chivela de 45° á 50° Noroeste, con una inclinacion menor, y en la orilla izquierda del Coatzacoalcos, abajo de Santa María Chimalapa, corren próximamente como en San Miguel, pero el echado, aunque menor, ha cambiado al Nordeste. Parece, pues, que la direccion más constante es la del cuadrante Noroeste á Sureste, pero variando en límites que pueden tener de 20° á 30° de amplitud; en cuanto á la inclinacion, puede asegurarse que varia entre límites todavía más extensos, pues en diversos puntos verdaderamente inaccesibles, cuyas capas se manifiestan casi verticales, el ángulo con la horizontal se ha de acercar mucho á 90°. Todo esto no es más que una consecuencia forzosa del trastorno profundo que han experimentado las capas á causa de las revoluciones geológicas que, dislocando la costra terrestre, han permitido á las rocas de orígen ígneo subyacentes aparecer en la superficie del suelo.

La pizarra se presenta mucho más alterada en la parte oriental de la Sierra que en la occidental, y entonces adquiere un carácter talcoso verdaderamente notable, como puede observarse en el camino comprendido entre San Miguel y La Cofradía y en

el que conduce de este punto á Tarifa. La roca se vuelve en este caso sumamente untuosa, circunstancia que hace peligrosas las veredas practicadas en los costados de aquellas montañas á causa de la facilidad con que se resbalan los animales que transitan por ellas. La Comision americana en una de sus expediciones tuvo que lamentar la muerte de una de las mulas que llevaba cargadas con los instrumentos necesarios para el reconocimiento, por haber resbalado hasta el fondo de una barranca en una de las veredas que se encuentran entre la Hacienda de Tarifa y el Rancho de la Cofradía.

La pizarra descansa unas veces sobre el gneiss y otras sobre las rocas plutónicas que han levantado y dislocado sus capas. El cuarzo parece haber obrado principalmente en la parte estrecha de la Sierra, en donde su presencia es muy frecuente, ya en lajas entre las capas de la pizarra, ya en fragmentos sueltos diseminados en la superficie del suelo, ya, en fin, en grandes masas resquebradas y acompañadas de una pequeña cantidad de hierro pardo. La mayor parte del cuarzo se presenta lechoso, pero en algunos puntos propende á pasar á piedra córnea, y en las inmediaciones de San Miguel ya lo hemos visto semitrasparente mezclándose con el gneiss ó con la roca verde que forman los cerros del Sureste. Tanto en el portillo de Chivela como en el de Tarifa, el cuarzo lechoso encierra pequeñas cantidades de hierro espejado micáceo.

La potencia de las capas de pizarra y vácia gris apizarrada es bastante considerable. En las cercanías del Barrio y de Petapa se levantan á una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar en el Guié-xila y de 1,300 en las montañas de Santo Domingo, y por la parte oriental, cerca del Cerro Atravesado, á la de 1,500 metros próximamente, resultando de aquí que sobre las llanuras de la masa central están levantadas unos 200 metros menos. Calculando con estos datos y con la inclinacion média de las capas el espesor que les corresponde, hemos encontrado un valor de 600 metros para la potencia total de aquellos miembros del piso siluriano. Por supuesto que no se debe considerar sino como aproximado, puesto que así son los datos que han servido de base para obtener este resultado.

La caliza se encuentra en estratificacion concordante con la pizarra, y su posicion respecto de esta parece ser superior en algunos lugares, no obstante que en otros se ve uno inclinado á suponerle una posicion enteramente inversa. La falta de un tajo natural bastante profundo, y de excavaciones artificiales como las practicadas en los distritos metalíferos con el objeto de arrancar el mineral que debe beneficiarse, es un obstáculo que se opone por ahora á la determinacion de las verdaderas relaciones de posicion que las diferentes capas tienen entre sí. No nos atreveremos á contrariar abiertamente las opiniones que han emitido sobre este particular las comisiones que nos han precedido en las exploraciones del Istmo de Tehuantepec, y en las cuales se han encontrado personas cuya inteligencia y cuyos conocimientos respetamos debidamente; pero tampoco nos parece cuerdo aceptar sin reserva sus conclusiones, cuando no existen, en nuestro concepto, datos suficientes para resolver definitivamente tan delicada cuestion.

Acaso no habremos sido bastante felices para descubrir una localidad que se preste á este género de investigaciones; pero de todos modos siempre nos parece aventurado dar un fallo decisivo en esta materia, si se reflexiona en la facilidad con que cambia el echado de las capas en puntos no muy distantes entre sí, en la dificultad que hay para observarlas en grandes extensiones, en todas las irregularidades, en fin, consiguientes al profuudo trastorno que han producido en el Istmo las diferentes revoluciones geológicas que ha tenido que sufrir. Si debiéramos juzgar por analogía con lo que se ha observado en esta misma formacion en lugares más ó menos distantes de Tehuantepec, tendriamos que asignar á las capas un órden inverso del que se les ha supuesto hasta el dia: en efecto, las descripciones geológicas que se han publicado de los Minerales de Zacatecas y el Fresnillo, cuyas vetas arman en los diferentes miembros del piso siluriano, están de acuerdo en considerar la caliza de transicion como inferior á la pizarra, y la arenisca de la vácia gris como inferior á la caliza. En los Estados-Unidos existe el mismo órden de sobreposicion: las areniscas llamadas de Potsdam ocupan la parte inferior; sobre ellas descansan las calizas de Black-River y de

Trenton, y siguen en la escala ascendente las pizarras arcillosas de Utica y del grupo de Hudson-River.

La caliza forma ordinariamente capas gruesas, aunque no tan desarrolladas como las de la pizarra arcillosa. Sus colores son muy variados: la hay blanca, gris de perla, cenicienta, de humo, roja de ladrillo y negra agrisada. Esta última se halla muy á menudo atravesada por venas de espato calizo y es seguramente la más abundante. Su grano es en lo general un poco cristalino, y cuando no es así presenta una textura compacta, igual, astillosa ó concóidea; es muy dura, pesada y casi siempre susceptible de pulimento; proporciona buena cal, y es muy á propósito para emplearse como piedra de construccion. Por todos estos caracteres nos parece indudable que pertenece al piso siluriano inferior y es la conocida muy generalmente con el nombre de caliza de transicion.

La caliza constituye la mayor parte de las cordilleras de Masahua y Masahuita, en donde se levanta formando picos de quinientos, seiscientos y cerca de setecientos metros de altura sobre el nivel del mar; forma el Cerro Prieto, los de la Guacamaya, la falda oriental de los de Laollaga y el del Convento. En este último, lo mismo que en el Prieto, las capas están muy dislocadas, inclinadas en diversas direcciones y algunas veces casi verticales. Existen varias cavernas en esta roca, siendo la más notable la del cerro del Convento por cuyo interior pasa el arroyo Monetza que desemboca en el rio Chicapa á muy corta distancia del San Miguel; la del cerro de Tolixtoco tambien da paso al arroyo del mismo nombre; hay además otra en el cerro de Rincon Chapa. En toda la falda meridional de la cordillera de Masahua la caliza se presenta muy resquebrada por el cuarzo que ha producido su levantamiento: en algunos puntos esta última roca se ha insinuado en todas las comisuras de la primera y envuelve materialmente un gran número de sus fragmentos.

La caliza vuelve á encontrarse más al Norte cerca del rio Almoloya en el camino de Chivela al Barrio de la Soledad; despues entre este pueblo y el rio Malatengo, y últimamente formando una cresta elevada que divide las aguas del Jaltepec y del Jumuapa. Por el Nordeste asoma entre la Cofradía y Santa María

Chimalapa. Esta aparicion de la caliza de distancia en distancia y como por líneas paralelas, parece indicar la existencia de varias capas repetidas en el mismo piso y alternando con las de la pizarra arcillosa y las de la arenisca de la vácia gris. Una disposicion análoga se presenta en el piso siluriano de Inglaterra, en donde las pizarras, las areniscas y las calizas alternan de un modo irregular.

Al Norte de Santá María Chimalapa, en la orilla izquierda del Coatzacoalcos, tuvimos ocasion de observar una caliza oscura semejante á las ya descritas, pero alternando con capas delgadas de una pizarra de color negro agrisado, y otras tambien delgadas, de una pizarra caliza de color claro que indudablemente representa la cal-pizarra del mismo piso encontrada en algunos Estados del centro del país.

En la base de la cordillera de Masahua, ya casi en las llanuras del Pacífico, existe una caliza moderna menos compacta que la de transicion, y más al Poniente, en la base de los cerros de Laollaga, se encuentra otra caliza terrosa de color blanco amarillento que toma en algunos puntos el aspecto de una verdadera creta. Entre la base de la misma cordillera y el rancho del Lagartero hay varios manantiales de aguas termales, siendo el principal de todos ellos conocido con el nombre de Fuente de la Agua Caliente. En este último la temperatura del agua es de 30 grados centígrados, pero hay otro menor que sube hasta 42.

Las areniscas se extienden desde las montañas de Guichicovi hasta cerca de la Cofradía por una parte, y por otra forman una gran faja que abraza desde el Norte del rio Malatengo hasta cerca del Súchil: en la mesa central se encuentra en las inmediaciones de la Chivela cubriendo la superficie del suelo en pequeñas extensiones, y más al Sur formando las alturas de Guié-vichi cerca del pueblo de Chihuitan. La mayor parte de la arenisca presenta un color amarillo de ocre muy pronunciado debido al óxido de hierro, una textura general pizarreña como todas las rocas del piso siluriano, y una dureza média de 4 á 5. Es generalmente cuarzosa; pero en los puntos en que ha sufrido una fuerte alteracion, como se observa entre los arroyos Pachiñé y Mogañé, se vuelve feldespática, toma un aspecto porfídico, adquiere una du-

reza mayor y á menudo se halla recubierta de pequeños cristales de cuarzo en su superficie exterior. La textura parcial de las areniscas es desigual, de grano grueso y fino; estas últimas proporcionan magníficas piedras de amolar y son las que usan los naturales de aquellas comarcas para sacar filo á sus machetes. El cuarcite y las brechas de cuarzo asoman varias veces entre las capas de arenisca y parece que son las rocas inferiores.

Las areniscas se presentan en lo general menos trastornadas que las otras rocas, sin duda por encontrarse un poco más distantes de la línea en donde la fuerza elevatoria obró con más intensidad; la inclinacion de sus capas es menor y por lo comun al Noreste. Parece que alternan con la caliza, puesto que unas y otra asoman diversas veces en la zona comprendida entre la planicie central y las llanuras del Atlántico.

La siliza pizarra aparece acompañando á la caliza entre los rios Jumuapa y Jaltepec; debe hallarse tambien en la parte oriental de la Sierra, porque se observa con frecuencia en las piedras rodadas de los cursos de agua que alimentan al Coatzacoalcos por aquella parte, y en el Coatzacoalcos mismo. Sin embargo, este miembro del piso siluriano debe estar mucho más desarrollado en la parte occidental, como lo acreditan la siliza-pizarra y la piedra de toque, tan abundantes en los principales talwegs que se atraviesan yendo de Tehuantepec á la ciudad de Oaxaca.

La piedra arcillosa y las arcillas se hallan entre las areniscas ya citadas formando una gran zona de Poniente á Oriente, que pasa por San Juan Guichicovi, sigue próximamente la orilla del Malatengo y continúa despues por la orilla izquierda del Coatzacoalcos, sin que sepamos hasta dónde se extiende por esta parte porque no nos fué posible subir el rio más allá de ocho leguas arriba de Santa María Chimalapa. La piedra arcillosa es comunmente de color rosado y un poco más compacta que las arcillas á las cuales pasa por grados insensibles; estas últimas están teñidas de rojo ó amarillo de ocre por el óxido de hierro, como la mayor parte de las rocas sedimentarias del Istmo. En algunos puntos están alteradas por los pórfidos que aparecen en el exterior, y entonces toman el carácter de jaspe, tanto por sus dibujos como por su mayor consistencia.

Todo el camino entre la Cofradía y Santa María Chimalapa se encuentra practicado en una arcilla roja más ó menos plástica que con el agua se vuelve muy atascosa, circunstancia que hace sumamente peligrosas y molestas todas las vias de comunicacion que existen en las montañas del alto Coatzacoalcos. Algunas de estas arcillas provienen indudablemente de la descomposicion del granito, de la sienita y de algunas otras rocas plutónicas tan frecuentes en aquellas montañas, pues á veces se descubren en ellas más ó menos distintamente los elementos de las rocas primitivas.

Precisamente en el punto más oriental del Coatzacoalcos que pudimos reconocer en nuestra expedicion, comenzaba un conglomerado rojo bastante compacto, cuya pasta es esencialmente arcillosa.

Las arkosas no las observamos sino en las inmediaciones de Santa María Chimalapa; asoman en casi todos los arroyitos de la poblacion y constituyen los grandes trozos errantes (blocs erratiques) que se hallan colocados en las laderas y aun en las cimas de algunas montañas. Estas grandes piedras, situadas más ó menos lejos de la masa principal de donde han sido separadas, son una prueba irrecusable de una accion enorme que no es posible atribuir á los cursos de agua de la época actual. Su trasporte no puede explicarse sin admitir la existencia de un cataclismo violento que haya producido grandes accidentes de erosion, y que bajo la influencia de corrientes poderosas haya dispersado estos detritus á distancias y á elevaciones más ó menos considerables.

La direccion general que ocupan estas grandes piedras, es poco más ó menos la misma que la del Coatzacoalcos en aquella parte, de modo que muy bien pudiera ser que el valle de este rio fuese consecuencia del mismo fenómeno. Su edad no puede ser sino la del piso subapenino (Diluvium de los geólogos ingleses), al cual hacen pertenecer todos los aluviones antiguos y los trozos errantes; y aun cuando su posicion actual pudiera explicarse con el auxilio de los ventisqueros, debemos advertir que no se encuentran ni las rocas pulidas ni las morenas, ni las rocas estriadas que se consideran como señales características de todo ventisquero. Todas las arkosas que examinamos constituyen una roca bastan-

te tenaz, compuesta esencialmente de granos de cuarzo y feldespato, reunidas por un cimento arcillo-silizoso; son de un color pardo más ó menos oscuro, tienen una dureza de 6 á 7, y su aspecto es de areniscas ó de brechas, segun el tamaño de los granos de que están formadas. Probablemente descansan sobre las rocas primitivas, puesto que se consideran como el resultado de la aglutinacion de los restos de aquellas rocas.

Las razones en que nos hemos fundado para considerar la mayor parte de las rocas sedimentarias de la region montañosa del Istmo, como pertenecientes al piso siluriano, son:

1ª La presencia de la vácia gris, de la pizarra arcillosa comun y de sus variedades talcosa y micácea; la de la siliza-pizarra, la de la caliza de transicion y la de las areniscas de la vácia gris que alternan con las anteriores. Todas estas rocas constituyen los principales miembros, si no todos, del piso siluriano inferior, y su conjunto, á falta de mejores datos, nos parece que puede bastar para caracterizarlo.

2ª La existencia de las rocas azóicas ó graníticas inmediatamente debajo de las paleozóicas; el carácter esencialmente esquistoso de toda la formacion; la presencia de la serpentina, cuya roca es contemporánea del piso inferior del terreno paleozóico, y aunque como carácter de menos importancia, la proximidad del granito, de la sienita y de las otras rocas ígneas primitivas.

Se dirá que los caracteres litológicos no son suficientes para fijar la edad de una formacion; que la vácia gris y las pizarras se encuentran tambien las más veces en el piso devoniano; que la mayor parte de los pisos sedimentarios encierran entre sus capas algunas de caliza y de arenisca. Todo esto es muy cierto, y constituiria un argumento sin réplica cuando se pretendiese clasificar un piso por solo alguno ó algunos de los miembros que le pertenecen; pero ciertamente no es este el caso de que se trata. La vácia gris y la pizarra es verdad que se encuentran en el piso devoniano; pero son más abundantes y adquieren todo su desarrollo en el siluriano: otro tanto puede decirse respecto de la siliza-pizarra y la caliza. Además, estas diversas rocas presentan en cada uno de los pisos ciertos caracteres que, si bien no deben considerarse como de un gran valor absoluto, ayudan muchas veces á

determinar la época del terreno de que forman parte. Así, por ejemplo, la diversidad de colores y el grano más ó menos cristalino de casi todas las calizas del piso siluriano, prestarán un ligero auxilio para reconocerlo: lo mismo puede decirse de las pizarras y de la vácia gris correspondientes al mismo piso.

La situacion de las rocas paleozóicas inmediatamente encima de las azóicas ó plutónicas, no es en muchos casos un carácter que indique la existencia del piso siluriano. En Europa hay diversos lugares en donde faltan uno, dos y hasta tres pisos del período paleozóico, de modo que descansa directamente sobre las rocas azóicas ó plutónicas, ya el piso siluriano superior, ya el devoniano, ya el carbonífero y aun el permiano. En el Continente americano no sucede lo mismo; no hay un solo punto en que se haya observado alguno de los tres últimos pisos del terreno paleozóico en contacto inmediato con las rocas cristalinas; siempre descansan sobre el siluriano inferior, y con excepcion del permiano, cuya existencia no se ha reconocido todavía en la América septentrional, se les encuentra en estratificacion concordante en centenares de leguas de extension. En los Estados-Unidos, por ejemplo, se extienden desde el Canadá hasta el Estado de Alabama, y en la América meridional existen en los Andes bolivianos, en la provincia de Chiquitos y en el Brasil.

Juzgando por estos hechos perfectamente observados y demostrados, nos parece sumamente probable que las capas paleozóicas reconocidas en Tehuantepec pertenezcan al piso siluriano, y particularmente al siluriano inferior (cumbriano de algunos geólogos). La posicion intermedia del Istmo cuando se abraza el conjunto del Continente americano, y la gran uniformidad de las formaciones del período paleozóico en la cordillera central que lo atraviesa, justifican plenamente nuestra presuncion. Por otra parte, si dichas capas paleozóicas quisieran referirse al piso devoniano, ¿dónde están las areniscas rojas que constituyen uno de sus miembros principales? ¿dónde las psammitas? ¿cómo explicar la existencia de los miembros del piso siluriano en el devoniano y la ausencia en este de sus rocas características? Creemos, por lo mismo, que todas las probabilidades se inclinan en favor de nuestra opinion, al menos mientras no se descubran al-

gunos fósiles que, bien reconocidos y clasificados, vengan á resolver de un modo seguro y definitivo la cuestion.

Sabemos perfectamente que los caracteres paleontológicos son de un gran valor para fijar la edad de una formacion, sobre todo cuando no se puede observar bien la sobreposicion de las capas, como sucede generalmente; por desgracia los fósiles son poco numerosos en el piso inferior del período paleozóico, en el cual, segun la opinion de la mayor parte de los geólogos, aparecen los primeros vestigios de la organizacion. Los restos de vegetales se encuentran en este piso un poco confusos, sin duda porque las plantas no han podido conservarse tan fácilmente como los animales; los de estos últimos se hallan en mejor estado de conservacion y pertenecen en su mayor parte á los moluscos y á los zoófitos. Sin embargo, estos primeros séres de la creacion son raros, y á menudo se presentan en tal estado de deformacion, que algunas veces es muy dificil reconocer bien sus caracteres.

Nuestros esfuerzos por encontrar algunos restos orgánicos en el Istmo de Tehuantepec, han sido enteramente estériles; la escasez de fósiles proviene, no solamente del pequeño número de séres que habitaban el globo durante la formacion de las primeras capas sedimentarias, sino tambien de la destruccion que han debido sufrir posteriormente á su depósito, bajo la influencia de las rocas ígneas que han trastornado y alterado más ó menos profundamente aquellas capas. Es de notar que casi en todo el país se observa la misma carencia de fósiles en las capas sedimentarias antiguas, pues en las pertenecientes al período terciario se han encontrado en cantidad verdaderamente prodigiosa. Verdad es que las exploraciones geognósticas no han sido nunca el objeto especial de las comisiones científicas que han trabajado en diversos puntos de nuestra República.

La potencia total del piso siluriano del Istmo de Tehuantepec no puede valuarse sino aproximadamente. Ya hemos visto que la inclinacion de las capas es muy variable, y esta inclinacion disminuye más y más á medida que se acerca uno á las llanuras del Atlántico. Teniendo en consideracion esta circunstancia, así como la dificultad que hay para medir con toda exactitud el echado de una capa, hemos preferido tomar una de las menores inclina-

ciones observadas, con el objeto de que no se puedan tachar de exagerados nuestros cálculos. De esta manera estamos seguros de quedarnos siempre un poco abajo de la verdad; y sin embargo, el espesor mínimo determinado para las capas silurianas del Istmo nunca resulta inferior á 2,000 metros. Este gran desarrollo indica, por lo menos, que las circunstancias en las cuales se han depositado estas capas sedimentarias, han persistido durante un espacio de tiempo considerable.

Las rocas ígneas que han dislocado y alterado más ó menos profundamente las capas paleozóicas del Istmo, pertenecen á los grupos granítico y porfídico. El granito y la sienita aparecen en masa formando los puntos más elevados de la parte oriental de la Sierra, y tambien en vetas que asoman de trecho en trecho á medida que se avanza en la misma direccion, y que se hallan cortando las pizarras y las arcillas que forman la parte superior de los rios Chicapa y Coatzacoalcos.

El granito difiere del que ya conocemos en las llanuras del Pacífico, no solamente por la abundancia de mica que lo caracteriza, sino tambien porque se halla en un estado de descomposicion más ó menos notable, con excepcion de algunas vetas en las cuales los elementos del granito se han conservado sin alteracion constituyendo una roca compacta y consistente: todo el que encontramos entre las llanuras de Tarifa y el alto Coatzacoalcos es fácilmente desmoronable, y en nuestro concepto ha contribuido á la formacion de las arcillas que tanto abundan en aquella parte de la cordillera. Es de advertir que todo el granito descompuesto está fuertemente teñido por el óxido de hierro.

La sienita la hemos encontrado en el alto Chicapa, muy cerca de la base del cerro Atravesado, y esta roca no se diferencia de la que existe formando algunas elevaciones en las llanuras del Pacífico. En las montañas del alto Coatzacoalcos tambien debe ser muy abundante, pues así lo acreditan las numerosas piedras rodadas de esta sustancia que se hallan diseminadas en el cauce del rio del mismo nombre. En la parte occidental de la Sierra el granito y la sienita no asoman en el Istmo de Tehuantepec; pero más al Poniente aparecen de nuevo y sin dejar duda de que pertenecen á la misma formacion, porque hay ejemplares que, como

los recogidos en el Estado de Guerrero, son tan idénticos á los observados en el Istmo, que es absolutamente imposible distinguirlos. No sucede lo mismo respecto de la diorita y el pórfido diorítico, que se dejan ver á uno y otro lado debajo de las capas sedimentarias más próximas á las llanuras del Atlántico y del Pacífico.

Los pórfidos de la region montañosa son el petrosilizoso y un arcilloso análogo al de las llanuras del Pacífico, pero adquieren en esta parte un desarrollo mucho más considerable. El primero aparece en la orilla izquierda del Ostuta y continúa por el Oriente formando picos más y más elevados á medida que se aproxima al centro de la Sierra. Está caracterizado por granos de cuarzo hialino y granos de feldespato descompuesto, que le dan un aspecto muy semejante al de la eurita porfídica. Las capas sedimentarias atravesadas por él, no solamente han sido desviadas de su posicion horizontal, sino tambien modificadas en su naturaleza; las arcillas en contacto con el pórfido están completamente convertidas en jaspe, y no es raro encontrar pedazos sueltos en la superficie del suelo.

El pórfido arcilloso se observa por la parte oriental en la cumbre del cerro Atravesado, á una altura de 1,500 metros sobre el nivel del mar, y por la occidental es muy abundante en las cercanías de San Juan Guichicovi. Su influencia sobre las capas estratificadas tambien ha sido notable, y ya hemos visto algunos de sus efectos al hablar de las areniscas compréndidas entre las lomas de Xochiapa y el rio de Sarabia.

Los pórfidos deben considerarse como el agente principal de los levantamientos y alteraciones que han sufrido las capas sedimentarias paleozóicas del Istmo. Aunque el estado actual de nuestros conocimientos geognósticos no permite establecer datos cronológicos muy rigurosos acerca de la aparicion de las rocas porfídicas, se sabe de un modo general que han comenzado á extenderse en la superficie del globo posteriormente á la formacion del terreno primitivo, y que sus diversos productos pertenecen principalmente á los períodos paleozóico, triásico y jurásico. El granito y la sienita han hecho sus apariciones más importantes durante el período azóico y la parte inferior del paleozóico, por

lo cual no deben considerarse extraños á los acontecimientos que han tenido lugar en el Istmo; pero ni ocupan extensiones tan considerables como los pórfidos, ni los fenómenos ígneos que han determinado su salida son, en lo general, tan intensos como los que han obrado en estos últimos. Despues del período paleozóico y aun en los pisos superiores de este, no se admiten sino con muchísima duda las eyecciones del granito, y entonces, más bien que en grandes masas, se presenta en vetas ó intercalado en las comisuras de las rocas.

La influencia de los pórfidos sobre las rocas sedimentarias ha sido, en efecto, más general que la del granito y la sienita; las alteraciones de aquellas son más visibles en las inmediaciones de los primeros, y en su contacto es en donde se observan las arcillas convertidas en jaspe, las calizas trasformadas en mármol más ó menos cristalino y algunos otros efectos del metamorfismo producido por la accion del calor. El pórfido diorítico debe haber sido, despues del granito y la sienita, el primero que haya ejercido su influencia sobre las capas silurianas de la region montañosa del Istmo, pues se le considera como contemporáneo del piso siluriano superior y del devoniano. Tal vez el levantamiento ocasionado por esté pórfido sea la causa de que no se hayan depositado sobre las capas paleozóicas del centro del Istmo los pisos devoniano, carbonífero, permiano, etc., etc., que faltan en esta region. En cuanto á los pórfidos petrosilizoso y arcilloso, se admite generalmente que el primero corresponde á la parte superier del período paleozóico y á la inferior del triásico, y el segundo á los pisos inferiores del terreno jurásico. En consecuencia, todas las apariciones de estos pórfidos han tenido que obrar más ó menos activamente sobre las capas silurianas, debiendo atribuirse á ellos principalmente la posicion actual que tienen en el Istmo, así como el relieve general de aquella parte del Continente americano. Los terrenos traquito-basáltico y volcánico propiamente dicho, parece que no han tomado parte en los fenómenos geológicos que han tenido lugar en el centro del Istmo, ó por lo menos no asoman á la superficie del terreno montañoso recorrido por la Comision durante el tiempo de sus exploraciones.

Las llanuras del Atlántico apenas las hemos atravesado de

paso en esta ocasion, tanto por el menor interes que presentan relativamente al objeto principal de nuestro reconocimiento, como por haber tenido que ocuparnos preferentemente en el estudio de cuestiones más importantes, cuya solucion no podiamos encontrar sino en la region central y montañosa del Istmo. Así es que, para la descripcion geológica de esta parte, tendremos que valernos de algunos datos adquiridos en una expedicion anterior, completándolos con los que existen en los informes de las comisiones que nos han precedido.

La region septentrional del Istmo de Tehuantepec se compone, como la meridional, de grandes llanuras cuya elevacion general sobre el nivel del Océano no pasa de 50 metros. Su anchura es próximamente de 15 á 20 leguas, es decir, casi doble de la que presentan los llanos del Pacífico. Del mismo modo que en estas, aunque en menor número, se hallan diseminadas en su superficie algunas elevaciones en su mayor parte aisladas y siempre de poca consideracion. Desde la base de las montañas de la parte central estas llanuras ofrecen un declive gradual y casi insensible, hasta las costas del Atlántico en el Seno Mexicano.

Toda la parte baja de las llanuras del Atlántico está formada de rocas sedimentarias que pertenecen muy probablemente al período terciario, como la mayor parte de las capas comprendidas entre la orilla del Golfo de México y la cordillera central que constituye la Sierra Madre. Las arcillas son indudablemente mucho más abundantes que las otras rocas; forman la superficie del suelo desde el Súchil hasta las inmediaciones de Tesistepec al Oeste del Coatzacoalcos, y reaparecen al Norte del mismo pueblo para continuar hasta muy cerca de la costa. En toda esta vasta extension el terreno presenta ondulaciones suaves que dividen las aguas de algunos pequeños tributarios del Coatzacoalcos; pero en lo general es bajo y sujeto á las inundaciones periódicas que producen las avenidas del rio principal en tiempo de lluvias.

Las únicas elevaciones notables que se encuentran al Oeste del Coatzacoalcos son las que forman la cadena del monte de la Encantada, cuya altura es de trescientos y tantos metros sobre las llanuras que lo rodean. Las poblaciones de Cosuliacaque, Otiapa, Chinameca, Jaltipan y Tesistepec están situadas en la parte

alta de una cadenita que se extiende de Noroeste á Sureste con una altura de 50 á 60 metros sobre el Coatzacoalcos. Las alturas del monte de la Encantada están compuestas de un conglomerado de arenisca con base caliza, que se encuentra tambien un poco arriba del Súchil en capas que se inclinan en casi todas direcciones. Como á distancia de tres leguas al Norte de la cadena de la Encantada se encuentra una arenisca de grano fino y de color blanquizco, cuya consistencia la hace muy poco á propósito para emplearse como piedra de construccion; más bien podria servir en las artes como material para pulir. Esta roca cubre una extension de una legua cuadrada próximamente, y sobre ella se encuentra situado el pueblo de Tesistepec; aparece de nuevo en capas casi horizontales, formando en la orilla del Coatzacoalcos los cerritos de Peñas Blancas y el de Cuapinoloya, que apenas medirán unos 10 ó 12 metros de altura.

Al Este del Coatzacoalcos los terrenos son en lo general tan bajos como al Oeste. La porcion comprendida entre dicho rio y el Coachapa, es casi plana y sujeta en su mayor parte á inundaciones; otro tanto puede decirse de la comprendida entre el Coachapa y el Uspanapa. Ambas se componen de arcilla más ó menos arenosa, recubierta por una gruesa capa de limo depositada por los mismos rios y sus numerosos afluentes. La zona encerrada entre el Uspanapa y el Tancochapa presenta mayor número de elevaciones que las anteriores. Existen las cordilleritas que forman los cerros de San Vicente y Acalapa; otra que se extiende al deredor de la laguna Tecuanapa, y todavía más al Sur, el monte Tecuanapa y algunos otros. Menos importantes que estas, hay las lomas próximas á las poblaciones de Ishuatlan y Moloacan, y todas las que constituyen la línea de division de las aguas de los dos rios cerca de la costa del Atlántico. Toda la parte baja de esta zona se compone principalmente de arcillas y de margas; estas últimas ocupan la superficie más próxima á la costa, y en algunos lugares excesivamente ferruginosas. Las cordilleritas que acabamos de mencionar no las hemos podido reconocer personalmente, ni sabemos con certeza cuáles son las rocas que las componen. En la obra del Mayor Barnard, sobre el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec, solamente se dice que hay una ca-

dena compuesta principalmente de pizarra con hematita roja, interpuesta entre el rio Uspanapa y el pueblo de Ishuatlan, pero sin hablar de las cordilleras principales. En el informe del Sr. Moro no se menciona una palabra acerca de estas formaciones.

La caliza se observa en la orilla del Coatzacoalcos, al Este de la isla de Tacamichapa, formando grandes peñascos escarpados; más al Oriente se levanta constituyendo cerros de 50 á 80 metros de elevacion, y sus capas presentan una inclinacion como de 20° al Suroeste. Aparecen de nuevo en el pueblo de Hidalgo-Titlan, en donde las capas penetran en el rio un poco abajo de la poblacion. Las pequeñas elevaciones que interrumpen la superficie entre el Coatzacoalcos y el Coachapa, son de una caliza semejante á la de la isla de Tacamichapa, y en nuestro concepto pertenecen á la misma formacion las capas de caliza que se encuentran entre el Coachapa y el Uspanapa y las que forman las canteras de piedra de cal, á cosa de una legua del pueblo de Jaltipan. Cerca de la orilla izquierda del Coachapa y á distancia de una legua y media del punto en que se reune con el Coatzacoalcos, existe un manantial de agua salada, del cual no se extrae sino una pequeña parte de la sal que pudiera producir. Toda la caliza de estas llanuras es generalmente más ligera que la del centro del Istmo, pero tambien suministra muy buena cal para las construcciones.

Al Oriente del Coatzacoalcos, entre el pueblo de Moloacan y las cordilleras que forman los cerros de San Vicente y Acalapa, se encuentra tambien un manantial de agua salada, pero que tiene en disolucion un poco de ácido sulfhídrico; más al Sur, pero siempre en la parte occidental de la base del cerro de Acalapa, existe otro de petróleo que produce una cantidad bastante considerable de este líquido, y que indudablemente no pasará mucho tiempo sin que se ponga en explotacion. Una vez salido el petróleo al exterior, se solidifica más ó menos prontamente convirtiéndose en asfalto, y sus pedazos son acarreados por los cursos de agua más inmediatos hasta salir al Golfo de México, en cuyas playas se presenta con mucha frecuencia. Es muy probable que tanto este manantial de petróleo como otro que se encuentra en las orillas del Coachapa, estén asociados ó relacionados con los lignites terciarios que asoman en las cercanías de Moloacan.

Las rocas ígneas primitivas no se han encontrado hasta hoy en las llanuras del Atlántico. Las basálticas y las volcánicas se hallan en los lechos de los arroyos que descienden de la falda septentrional de la Sierra, así como en los aluviones acarreados de la misma region; pero su criadero todavía no se ha descubierto en la extension reconocida por las diversas comisiones científicas que han estado en el Istmo. Sin embargo, son muy abundantes los fragmentos de obsidiana, piedra pez, hialita y amigdalóidea porosa. Aseguran que las arenas basálticas arrastradas por los arroyos de esta parte de la cordillera, encierran partículas de oro en cantidad más ó menos considerable. Enteramente á la orilla del Atlántico, las alturas están compuestas de arena suelta, y se hallan constituyendo médanos absolutamente análogos á los que se observan en Alvarado, Veracruz y algunos otros puntos de la costa del Seno Mexicano.

Comparemos ahora las rocas que hemos visto en la cordillera central de Tehuantepec, con las que se observan en la Sierra Madre á medida que se penetra en el interior de nuestra República. Desde luego, en el interior del Estado de Oaxaca se encuentra la vácia gris apizarrada y la pizarra arcillosa análogas á las que existen en el Istmo; además, la caliza de transicion y unas areniscas muy metamórficas que encierran una gran cantidas de pirita comun ó sulfuro de hierro. Entre las rocas plutónicas y cristalinas se hallan el granito, la sienita, la diorita, los pórfidos, el gneiss y el cuarzo que tanto abunda en el Istmo. Avanzando hácia el Noroeste por la region conocida con el nombre de la Mixteca, aparecen los pisos superiores del período paleozóico, que en algunos puntos adquieren un desarrollo muy considerable. El carbon de piedra es muy abundante en las inmediaciones de Tlaxiaco, y á muy corta distancia se encuentran riquísimos criaderos de minerales de fierro, cuya explotacion es verdaderamente insignificante á causa de la poca necesidad que se tiene de este artículo en aquellas pequeñas poblaciones y del precio excesivo de los fletes cuando se pretende trasportar á los grandes centros de consumo.

La Sierra Madre en el Estado de Oaxaca es sumamente accidentada; con excepcion de algunos valles, en lo general estrechos

y de poca extension, la mayor parte de las depresiones del suelo merecen más bien el nombre de cañadas. Algunas de estas apenas tienen 400 ó 500 metros de altura sobre el nivel del mar, mientras que las montañas que ha sido preciso atravesar para llegar á ellas se encuentran á la de 1,500 y 2,000 metros; así es que á menudo se recorren en unas cuantas horas de camino todas las temperaturas y todas las producciones naturales consiguientes á las enormes diferencias de nivel. Los criaderos metalíferos ya comienzan en este Estado, como lo acreditan las minas que se están explotando con éxito á unas cuantas leguas de la ciudad de Oaxaca.

En el Estado de Guerrero la sienita se presenta en el cerro de la Mira, cerca de Acapulco, y no muy distante de aquella roca, las mismas variedades que ya conocemos en el Istmo. En el alto del Camaron, entre Acapulco y Cuernavaca, se observa un granito descompuesto, idéntico al que colectamos en las montañas del alto Coatzacoalcos; está caracterizado por la abundancia de mica de un color blanco de plata, que tiene todo el aspecto de hojillas ó láminas delgadas de este último metal. Los pórfidos asoman en muchos lugares del Estado, y lo mismo puede decirse de las rocas sedimentarias paleozóicas. Las pizarras arcillosas y talcosas son muy abundantes en el mineral de Tasco, y las calizas de transicion, en la misma localidad, en la cuesta del Peregrino y entre los puntos llamados Buenavista y Dos-Caminos: esta última es blanca y de grano cristalino, como la que se encuentra en el Istmo de Tehuantepec formando el cerro del Convento.

Las pizarras y las calizas vuelven á encontrarse un poco más al Norte en Zacualpam, en Sultepec, en Temascaltepec y en Tlalpujahua. Entre Tejupilco y Sultepec se observa un gneiss íntimamente mezclado con cuarzo, muy semejante al que constituye los cerros Sureste de San Miguel Chimalapa. Los pórfidos se encuentran en puntos más ó menos inmediatos á los anteriores.

Segun el Baron de Humboldt, las rocas más antiguas que se presentan en la superficie del Estado de Guanajuato son las sienitas, sobre las cuales descansa una pizarra arcillosa que puede referirse á la de transicion por las capas que contiene de piedra lidia, de vácia gris y de diorita ó roca verde. Se ha encontrado

serpentina en la hacienda del Patrocinio y en la mina de la Valenciana.

El inteligente ingeniero de minas D. Pascual Arenas, en su concienzudo trabajo sobre la Geología de los minerales del Fresnillo y Plateros, nos da á conocer las rocas que componen estos distritos, así como tambien las de los minerales de Zacatecas y algunos otros pertenecientes al Estado de San Luis. Tomaremos de este interesante trabajo los datos necesarios para continuar el estudio comparativo que nos hemos propuesto.

Las rocas sedimentarias antiguas que componen los minerales del Fresnillo y Plateros, pertenecen al período paleozóico, y son la vácia gris, la siliza pizarra, la pizarra arcillosa, la cal-pizarra, la caliza y una brecha de la vácia gris: entre las metamórficas, el Sr. Arenas coloca el cuarcite y la caliza granuda ó mármol. Las rocas de orígen ígneo son el granito, la sienita, la roca verde, los pórfidos, los traquitas y los basaltos. No entraremos en la descripcion detallada de estas diversas rocas, ni en el estudio de las relaciones que guardan entre sí y acerca de las cuales hemos hablado ya de un modo muy general, porque seria una tarea demasiado laboriosa y hasta cierto punto de poca utilidad para nuestro objeto. Baste decir que algunas presentan los mismos caracteres que las que ya conocemos en el Istmo, y otros caracteres más ó menos diferentes, en razon al gran número de variedades que puede ofrecer una misma roca en los diversos puntos de su extension.

Las rocas dominantes en el distrito de Zacatecas, son la vácia gris en varias formas, que alterna con la pizarra en distintos puntos, y con la caliza en Sauceda y en el cerro de la Tinaja; la sienita, la roca verde y el pórfido cuarcífero de las Bufas y de Bolsas de la misma composicion que el de San Albino en el Fresnillo. En las Bufas hay un conglomerado rojo de la misma composicion que el conocido en Guanajuato con el nombre de *frijolillo*. En el cerro de la Tinaja se halla un cuarzo en roca, con hierro pardo, idéntico al que se observa en las llanuras y algunos otros lugares del centro del Istmo.

En el distrito de la Noria de Angeles se encuentra vácia gris y pizarra en capas delgadas y sobrepuestas á una caliza negra

de los mismos caracteres que la de Plateros. Esta roca contiene lechos de piedra lidia y algunas petrificaciones excesivamente confusas. Las rocas ígneas son el granito del Peñon Blanco y el pórfido cuarcífero citado antes.

El distrito de Ramos está compuesto, segun el Sr. Berges, de pizarra y piedra lidia, cuya formacion está trastornada por rocas hornbléndicas y un pórfido de la misma composicion que el de Zacatecas.

En el distrito de Alamos de Catorce abunda mucho la caliza de transicion con pizarra y una arenisca parecida á la vácia gris. Como rocas plutónicas se encuentran la sienita, en vetas, y muchas masas de basalto y rocas amigdalóideas que contienen olivino, zeolitas y obsidiana.

El distrito de la Sierra de Pinos está compuesto de una caliza de transicion y de vácia gris, cuyas rocas están trastornadas por una formacion considerable de pórfido cuarcífero.

Además de los distritos que acabamos de mencionar, hay otros que pueden referirse á la misma época, por entrar en su formacion las mismas rocas, por hacer parte de las mismas serranías y por algunos restos orgánicos encontrados en ellos. Los principales son los siguientes:

El distrito del Peñon Blanco, en el cual las montañas del Este y del Nordeste están formadas de una caliza metamórfica del mismo aspecto que la de Plateros. Esta caliza está dividida por lechos de piedra lidia, alterna con una vácia gris de color verdoso y grano fino, y se presenta metamorfizada y trastornada por un granito blanquecino que contiene mica plateada, y por el pórfido cuarcífero.

Los distritos de Asientos de Ibarra y Tepezalá, cuyas serranías limitan el bajío del Peñon Blanco por el Sur y Suroeste. Estas elevaciones están formadas de las mismas rocas observadas en Angeles, es decir, la caliza dividida por lechos de siliza-pizarra, la vácia gris y la pizarra arcillosa, que pasa, como la de Zacatecas, á pizarra talcosa. Estas rocas están trastornadas y modificadas por el pórfido cuarcífero; así es que se encuentran tambien en los mismos distritos el cuarcite y la caliza granuda.

Los distritos de Ojocaliente y la Blanca, en los cuales se ha-

lla la pizarra comun y cuyas capas sedimentarias están levantadas por los pórfidos.

El distrito de Sombrerete, cuyas principales rocas son la pizarra y la caliza con piedra lidia, que segun el Sr. Sonneschmidt, es de la misma formacion que la de Sauceda.

El distrito de Comanja, en el cual se encuentra el granito de la serranía del Peñon Blanco trastornando una pizarra comun del mismo aspecto que la de Guanajuato. El granito reaparece en las cercanías de las aguas termales de Comanjillas y termina en el Cubilete de la Luz. La pizarra de Comanja está muy alterada y presenta en este estado caracteres muy semejantes á los de la pizarra del cerro de Sirena en Guanajuato.

El exámen que acabamos de hacer de las rocas que se presentan en diversos puntos de la cordillera central que atraviesa los Estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacan, México, Guanajuato, San Luis y Zacatecas, parece indicar que los terrenos paleozóicos se extienden sin interrupcion á lo largo de nuestra República. Las rocas sedimentarias son casi las mismas en todos estos Estados, y consisten principalmente en pizarra arcillosa, en vácia gris y en caliza compacta, dividida muy frecuentemente por lechos de siliza-pizarra. En su contacto con las rocas plutónicas la pizarra arcillosa pasa á la talcosa, la vácia gris se convierte en cuarcite y la caliza compacta adquiere un aspecto más ó menos cristalino. Las rocas ígneas que más han trastornado todas estas capas, son los pórfidos en sus diversas variedades; pero tambien han tomado alguna parte las sienitas, el granito y la roca verde.

Probablemente las capas paleozóicas de nuestro territorio se unen por el Norte con las de los Estados-Unidos, y por el Sur con las de las Américas central y meridional. Sabemos que en los primeros se extienden desde el Estado de Alabama hasta el Canadá, y en las segundas se han reconocido en extensiones muy considerables de su superficie. El número de pisos que representan el período paleozóico no es uno mismo en toda esta vasta extension, pero sí se encuentra representado en toda ella por uno ó algunos de los que le pertenecen. Esta uniformidad en la composicion de la gran cordillera americana, permite juzgar por ana-

logía, entre ciertos límites, de las relaciones que los diversos miembros de un piso geológico tienen entre sí cuando no ha sido posible observar directamente el órden de sobreposicion de las capas que lo constituyen.

Las riquezas minerales del Istmo de Tehuantepec nos parecen de poca importancia. Mucho se ha dicho acerca de la existencia de metales preciosos en aquella region, y las apariencias deben haber contribuido, hasta cierto punto, á generalizar esta idea. En efecto, cuando se ve que las rocas que predominan en la constitucion geológica de las montañas del Istmo, son las pizarras arcillosas que muy frecuentemente pasan á talcosas y á veces á cloríticas; cuando se ve que estas pizarras se encuentran atravesadas por rocas serpentinosas y por vetas de cuarzo lechoso; cuando se observa, en fin, que las rocas plutónicas que han contribuido á trastornar las capas sedimentarias, son las dioritas y los pórfidos dioríticos, circunstancias todas que generalmente acompañan á los criaderos auríferos, se concibe desde luego la facilidad con que pueden alucinarse todas las personas que teórica ó prácticamente tengan conocimiento de estas diversas circunstancias.

Se sabe que los grandes centros de produccion de este precioso metal, la Alta California, las montañas del Ural, el Brasil, la Nueva Granada, el Perú, Chile, etc., presentan absolutamente condiciones análogas, ya sea que el oro se encuentre en vetas ó capas cuarcíferas acompañadas de minerales de fierro, ya sea que se halle en los aluviones que provienen de la destruccion de las rocas que constituyen el criadero y que se designan comunmente con el nombre de placeres. Pues bien; en el Istmo de Tehuantepec, las capas azóicas y paleozóicas no solamente se encuentran atravesadas por vetas de cuarzo, sino que los minerales de fierro casi pueden considerarse como inseparables de esta última roca. Nuestra Comision misma, cuando atravesó por primera vez la parte montañosa del Istmo, fué agradablemente sorprendida por su constitucion geológica, y no consideró entonces difícil encontrar en sus exploraciones algunos ejemplares de cuarzo más ó menos aurífero.

A pesar de todas las apariencias que acabamos de manifestar,

el oro es muy escaso en el Istmo; nadie ha tropezado hasta hoy con un verdadero criadero, y no hay una sola persona en todas aquellas poblaciones que muestre un pedazo de cuarzo aurífero como se muestran frecuentemente de la América del Sur ó de la Alta California. En otro tiempo parece haber sido un poco más abundante, á juzgar por lo que refieren los historiadores cuando tratan de aquella parte de nuestro territorio. Copiaremos algunos de los párrafos que se relacionan con este interesante asunto.

Antonio de Herrera, en su "Descripcion de las Indias Occidentales," hablando de Tehuantepec, dice: "en todo este obispado no hay quien no lleve oro;" y en otro lugar, refiriéndose á los Estados del Marquesado: "tiene la lengua zapoteca: ha habido en él buenas minas de oro."

Bernal Diaz, al recordar la relacion de las expediciones de Gonzalo de Umbría y el oro que trajo, dice: "ni volvió con las manos vacías Diego de Ordaz, que fué enviado al rio Coatzacoalcos;" y otra vez, refiriéndose al viaje de Sandoval: "veinte de los caciques y personajes principales se presentaron pronto, trayendo un presente de oro en diez tubos chicos, además de otros varios adornos bonitos." Y en otro lugar, con referencia al mismo hecho: "Llegamos á la provincia y empezamos á explorar cuidadosamente las minas, acompañados de un gran número de indios que nos lavaban las arenas de oro en una especie de artesa, sacadas de tres rios distintos. Por este medio conseguimos cuatro tubos de polvo de oro, cada uno de ellos del grueso del dedo mayor. Sandoval se puso muy contento cuando se los trajimos, é infirió que el país debia contener ricas minas de oro."

Al hablar Bernal Diaz de la expedicion de Alvarado á Tehuantepec en 1552, dice: "entre las tribus más poderosas que se sometieron en esta ocasion, estaba la de Tehuantepec (zapoteca), cuyos embajadores trajeron un regalo de oro, manifestando al mismo tiempo que estaban en guerra con sus vecinos los tustepecos; que habian comenzado las hostilidades contra ellos porque se habian sometido á la corona de España, y añadia que los tustepecos habitaban la costa del mar del Sur y poseian grandes cantidades de oro, tanto en bruto como en adornos." "El cacique de los tustepecos llegó poco despues con un rico presente de oro,

que continuó enviando casi diariamente, y proveyó abundantemente de víveres á las tropas. Cuando Alvarado vió la cantidad de oro que poseian los habitantes, mandó que le hicieran un par de espuelas del mejor, dándoles para muestra las que él tenia, y en verdad que salieron muy buenas. A pesar de todo el oro que Alvarado recibió de este cacique, mandó ponerle preso pocos dias despues de su llegada, y muchas personas que merecen crédito han asegurado que el solo motivo que Alvarado tuvo para maltratar á este cacique, fué el de querer arrancarle más oro. Una cosa sí es cierta, y es que él le dió á Alvarado oro por valor de 30,000 pesos, y que estando preso murió de pesadumbre."

El mismo escritor, al referir la expedicion de Alvarado en esta provincia, dice: "de este punto se dirigió á la poblacion grande de Tehuantepec, que la habita una tribu de zapotecos, y le hicieron el más amistoso recibimiento, y aun le regalaron algun polvo de oro."

Clavijero, en su "Historia de México," dice al hablar de la abundancia de metales preciosos: "los mexicanos encontraron oro en los países de los Cohuixcas, Mixtecas, Zapotecos, y en muchos otros: recogian este precioso metal principalmente en granos entre las arenas de los rios, y los pueblos arriba citados pagaban una cantidad por tributo á la corona de España."

A ser enteramente ciertas los relaciones que anteceden, es de suponer que en la época de nuestros primeros conquistadores existirian algunos placeres en el Istmo; estos correrian la suerte de todos los placeres, es decir, quedarian agotados despues de más ó menos tiempo, y desde entonces no se han dscubierto ningunos otros, ó por lo menos han podido pasar desapercibidos, lo cual indica su poca ó ninguna importancia. Si los habitantes del Istmo hubieran aprendido de sus antepasados la industria de lavar las arenas auríferas, es casi seguro que todavía existirian algunos dedicados exclusivamente á esta especie de trabajo. La raza indígena está esencialmente caracterizada por la dificultad con que abandona sus costumbres; es por naturaleza muy apegada á la rutina, y no hay estímulo bastante poderoso para obligarla á cambiar de ocupacion cuando por medio de ella puede proporcionarse aunque sea una miserable subsistencia. Sin em-

bargo, no hay en el Istmo una sola persona que viva de aquella industria, lo cual acredita, más que cuanto se pudiera decir, la pobreza de las arenas auríferas arrastradas por los cursos de agua que descienden de la cordillera central.

Prescindiendo de que puede haber algo de exageracion en aquello del oro por valor de 30,000 pesos que recibió Alvarado del cacique de los tuxtepecos, es muy posible que este oro y aun el otro de que se habla en la historia como recogido en el Istmo de Tehuantepec, haya sido llevado de algunos otros puntos de la sierra de Oaxaca ó aun del Estado de Guerrero, en donde, como se sabe, existen placeres bastantes ricos que algun dia llegarán á ser el objeto de una explotacion en grande escala.

Que existe oro en el Istmo, es un hecho que absolutamente no puede ponerse en duda. El oro es uno de los metales más esparcidos en la naturaleza; su rareza proviene del estado de division extrema en que se encuentra habitualmente, pero casi no hay tierras ó arenas de rio que no contengan algunas partículas, y se ha encontrado hasta en las cenizas de los vegetales. En el Istmo se halla en casi todas las arenas acarreadas por los rios que bajan de la Sierra, pero en tan pequeña cantidad, que su extraccion puede considerarse como improductiva, en virtud de las dificultades y del tiempo que seria necesario emplear para separarlo de las sustancias inútiles que lo acompañan. El Sr. Maqueo conserva en su poder algunas arenas auríferas del Istmo, y algunos comerciantes de Tehuantepec han comprado de vez en cuando pequeñas cantidades de polvo de oro que solia reunir un desgraciado americano establecido en aquella region.

Y no se crea que por falta de diligencia no se ha encontrado el oro en el Istmo. Varios extranjeros han ido allí con el exclusivo objeto de buscarlo; algunos se han internado bastante en aquella Sierra, y han permanecido más ó menos tiempo arrostrando toda clase de peligros y experimentando toda clase de privaciones. Al fin han tenido que marcharse despues de haber perdido algun tiempo, algo de dinero, y lo que ha sido todavía más sensible para ellos, todas sus ilusiones.

Un pobre americano, D. Luis Scarce, acaba de sufrir un terrible desengaño. Dominado por el deseo de encontrar oro, decidió

establecerse en el Istmo y escogió para su residencia las orillas del rio Chicapa, casi en la base del cerro Atravesado. Allí se construyó una verdadera cabaña, en donde tenia que soportar muchas veces la inclemencia de la intemperie. Vivia enteramente solo, no se sabe si por falta absoluta de recursos ó por temor de ser sorprendido en sus procedimientos de investigacion ó de extraccion; el resultado es que el hombre carecia, como debe suponerse, aun de lo necesario, y llevaba una vida verdaderamente miserable y desgraciada. Personas no vulgares y dignas de crédito aseguran que bajaba de cuando en cuando á las poblaciones con el objeto de vender las pequeñas cantidades de polvo de oro que habia podido reunir; que compraba con su dinero algunas provisiones, y que se retiraba en seguida á su destierro voluntario para continuar la vida misteriosa que llevó durante su permanencia en el Istmo. Como era natural, este hombre, privado de toda clase de comodidades, fué perdiendo poco á poco la salud, y algunos dias antes de abandonar nosotros aquellos lugares, tuvimos la noticia de que se le habia encontrado muerto en su choza, y su cuerpo habia sido medio devorado por los cuadrúpedos carniceros que habitan en las montañas del alto Chicapa. Su capital consistia en una escopeta, un par de botas, y alguna ropa vieja, todo debido á la generosidad de los paisanos que tenia en algunas de aquellas poblaciones.

Lo expuesto basta para comprender que las arenas auríferas del Istmo de Tehuantepec están muy lejos de poder ser el objeto de una explotacion en grande escala; y aun cuando, registrando minuciosamente la Sierra, se encontrasen algunas vetas ó capas de cuarzo aurífero, es bien sabido que el oro es menos abundante en estos criaderos que en los depósitos superficiales, y que su explotacion es poco productiva en virtud del gran costo del arranque y de lo muy diseminado que se encuentra el metal en su matriz. La mayor parte del oro que se recoge para las necesidades del comercio, proviene de las arenas auríferas que se benefician en diversos lugares del mundo.

Los minerales de plata escasean todavía más en el Istmo. Por la parte del Norte, aseguran que la plata labrada que se encuentra en la iglesia de Chinameca, ha sido extraida de unas minas

muy ricas que existen arriba del rio Uspanapa, cerca de la falda septentrional de la Sierra; pero en toda la extension reconocida hasta hoy por las diversas comisiones, no se ha observado una sola veta, ni hay en todo el Istmo una persona que pueda enseñar un solo ejemplar de minerales argentíferos recogidos en aquella region. Por lo demas, la presencia de un criadero metalífero en la cordillera central de Tehuantepec, no tendria nada de extraño; las rocas de que está formada pertenecen, como hemos visto, al período paleozóico, y precisamente las vetas de los minerales de plata se hallan atravesando de preferencia estos terrenos entre las capas sedimentarias, así como el granito, la sienita y los pórfidos, entre las rocas no estratificadas.

Las vetas de los minerales de Tasco, Zacualpam, Tlalpujahua y algunos otros, se encuentran en pizarra arcillosa; las minas de Comanja se hallan en sienita; las de Guanajuato en pizarra talcosa; las de Zacatecas y Fresnillo en pizarra y vácia gris; las del Cardonal, Lomo de Toro, etc., en caliza de transicion; en una palabra, casi todos los distritos minerales de la República se encuentran constituidos por rocas paleozóicas de la misma naturaleza y con caracteres más ó menos semejantes á los que presentan los que ya conocemos en el Istmo.

Saliendo de Tehuantepec hácia el interior del país, los criaderos metalíferos comienzan á manifestarse en el mismo Estado de Oaxaca, en donde se trabajan con muy buen éxito algunas minas situadas á poca distancia de la ciudad del mismo nombre. Más al Noroeste existen en casi todos los Estados del interior de nuestro territorio; pero parece que el mayor desarrollo lo adquieren en la gran mesa Central de la República, en donde se encuentran los Distritos minerales de Pachuca, Real del Monte, Guanajuato, San Luis Potosí, Catorce, Zacatecas y Fresnillo, bien conocidos en el mundo entero por las grandes cantidades de plata que han introducido en diversas épocas en el torrente de la circulacion universal. Es de notarse que ninguno de estos grandes centros de produccion se encuentra á menos de dos mil metros de altura sobre el nivel del Océano.

El fierro es el único mineral que pudiera, por su abundancia, explotarse con ventajas en el Istmo de Tehuantepec. Se ha en-

contrado hasta hoy en cuatro lugares diferentes: uno en las llanuras del Atlántico, entre el rio Uspanapa y el pueblo de Ishuatlan; dos en la parte montañosa del centro del Istmo, y el cuarto casi en las llanuras del Pacífico, cerca del pueblo de Niltepec. El mineral en el primer punto se compone principalmente de hematita roja terrosa y compacta; pero la acompañan en más ó menos cantidad grandes depósitos de ocre que provienen de la descomposicion de las margas ferruginosas. Los minerales del centro del Istmo se encuentran, unos en las inmediaciones de San Juan Guichicovi y otros á poca distancia de las haciendas de Chivela y de Tarifa: estos últimos consisten, ya en pequeños fragmentos de hierro espejado micáceo, íntimamente unidos á las lajas de cuarzo que se interponen entre las capas de pizarra ó de vácia gris apizarrada, ya en masas más considerables, subordinadas probablemente á la pizarra. En San Juan Guichicovi, el mineral es un hierro magnético que á veces se halla mezclado con hierro pardo; el de las inmediaciones de Niltepec es muy análogo al anterior, pero es menos abundante. Los criaderos capaces de alimentar algunos hornos de fundicion, son los de las inmediaciones de San Juan Guichicovi y del pueblo de Ishuatlan: para los minerales de este último punto, podrian utilizarse los lignites terciarios que se hallan cerca de Moloacan; los del centro del Istmo no cuentan hasta hoy con ninguna clase de combustible mineral.

Respecto del carbon de piedra, diremos que, en una expedicion anterior, el gefe de esta Comision tuvo la oportunidad de ver un buen ejemplar que conservaba en su poder un indígena de las poblaciones del Norte del Istmo. Preguntado este por el Sr. Fernandez acerca de la localidad en que se habia encontrado el combustible, contestó que lo habia recogido cerca de las orillas del rio Sarabia. El Sr. Fernandez se propuso entonces hacer una expedicion en compañía del indígena, tanto con el objeto de cerciorarse del hecho, como con el de hacer un exámen de las circunstancias particulares del criadero; pero por desgracia el hombre desapareció á los muy pocos dias, y no fué posible volver á encontrarlo. El Sr. Fernandez, siempre constante en su propósito, invitó á un amigo suyo que habia sido testigo de estos hechos, y que tomaba tambien un gran interes por el descubrimiento del

criadero, para emprender un viaje al rio Sarabia. En efecto, así lo hicieron, y despues de haber reconocido las orillas de este en una gran extension de su curso y de haberse agotado los elementos de que podian disponer, tuvieron que regresar á Minatitlan con el sentimiento de no haber podido encontrar nada de lo que se prometian. Es muy probable que hayan sido engañados por el indígena citado, porque esta clase de gente no dice nunca una palabra de verdad, tratándose de averiguar el orígen de los productos naturales que se hallan en las cercanías de los lugares de su residencia. El fondo de su carácter es la desconfianza, y constantemente viven en alarma temiendo ser despojados aun de aquello que no les pertenece legalmente.

No por esto se debe asegurar que en el centro del Istmo no se encontrará carbon mineral; la ulla debe buscarse, no solamente en el piso carbonífero, sino tambien en todos los pisos del terreno paleozóico. En Portugal este combustible se explota en el piso siluriano; en España las minas más ricas parece que dependen del piso devoniano, y en Sajonia se le ha encontrado en el piso permiano. Todos estos hechos prueban que si los depósitos de ulla son más frecuentes en el piso carbonífero, los otros pisos paleozóicos tambien pueden suministrar su contingente de combustible á la industria y á las artes. Por lo mismo debe buscarse, no solamente en el piso carbonífero, sino tambien en los demas que pertenecen al período paleozóico.

No terminaremos este artículo sin decir algo acerca del cloruro de sodio que se produce en el Istmo. Esta sustancia es muy probable que se encuentre en las capas sedimentarias de las llanuras del Atlántico, porque los manantiales salados de que ya hemos hablado han de tener su orígen en algunos depósitos de sal situados á mayor ó menor profundidad; pero la cantidad de cloruro de sodio que se extrae de estos manantiales es de muy poca importancia, y casi puede decirse que todavía no se hallan en explotacion. Queremos hablar del que se beneficia en mucha mayor cantidad en las costas del Pacífico: esta parte se encuentra admirablemente dispuesta para la elaboracion de la sal marina.

Hemos dicho que los estribos ó contrafuertes de una cordillera que marcha casi paralelamente á la costa, se avanzan un poco al

interior del Océano, formando las ensenadas de Salina Cruz, Salina del Marqués, etc. Pues bien; entre dichos contrafuertes y la base de la cordillera, el terreno forma unos grandes depósitos naturales de muy poca profundidad, separados de la orilla del mar por una capa más ó menos ancha de vegetacion, así como por la faja de arena suelta que constituye la playa. Estos depósitos, situados poco más ó menos al nivel del Océano, se pueden hacer comunicar directamente con el agua del mar por medio de unas entradas, naturales ó artificiales, que se cierran á voluntad cuando ya no conviene tener abierta la comunicacion. Generalmente se llenan en Abril ó Mayo, época en que las altas mareas y los vientos fuertes del Sur permiten hacerlo sin la menor dificultad: es lo que llaman por allí la época de la *rebalsa.*

Una vez llenos estos estanques naturales, el sol y el viento, agentes tan poderosos como económicos en aquellos lugares, se encargan de terminar la operacion. Es de advertir que las lluvias son muy escasas en las llanuras del Pacífico; los fuertes aguaceros son verdaderamente excepcionales, y la estacion de aguas concluye en el mes de Setiembre; así es que la cantidad de líquido que reciben por esta causa los receptáculos de agua salada, es insignificante. Los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, bastan ordinariamente para evaporar la mayor parte del agua contenida en estos vasos, de modo que ya en Enero la sal se encuentra cristalizada por completo en los puntos ménos profundos del depósito que forman las orillas, y medio cristalizada en el centro, en donde la costra salina adquiere á veces dos y tres pulgadas de espesor. En Marzo está completamente cristalizada (*cuajada*, en términos provinciales), y es el mes en que por lo comun se levanta la cosecha. La sal comun obtenida de este modo contiene una pequeña cantidad de cloruro de magnesio y de sulfato de magnesia, y sin embargo, así es como la emplean para los usos domésticos; pero se sabe que por medio de operaciones sencillas y poco costosas, se puede obtener un cloruro de sodio bastante puro.

La cantidad de sal comun que puede cosecharse en el Istmo, es bastante considerable; solo las salinas llamadas del Marqués pueden producir unas cuarenta ó cincuenta mil cargas anuales.

En Enero de 1871 tuvimos ocasion de visitarlas, y su vista nos sorprendió muy agradablemente. La sal estaba casi cristalizada, de modo que la luz del sol se reflejaba de mil maneras sobre su superficie; el aspecto de las salinas era enteramente semejante al de un campo cubierto de nieve, y la idea de una nevada es la primera que ocurre cuando se observan por primera vez. La sal la conservan al aire libre en grandes montones de forma cónica, de los que algunos contienen hasta dos mil arrobas de esta sustancia; tienen cuidado de apretarla muy bien, y en seguida la cubren perfectamente con hojas de palmero para preservarla del contacto del agua en tiempo de lluvias.

Además de las salinas del Marqués, existen las de Salina Cruz, mucho más reducidas que las anteriores, y más al interior del Istmo, las de Juchitan, llamadas así por encontrarse á poca distancia del pueblo del mismo nombre: estas últimas se alimentan con el agua salada de la Laguna Superior, que se halla comunicada con el Pacífico por el punto llamado Boca-Barra. La sal de Juchitan es un poco inferior en calidad á la de las salinas del Marqués, y tanto por esta como por otras razones, se vende siempre á un precio más bajo en el comercio.

No por esto se crea que se aprovecha todo el cloruro de sodio que producen las salinas: exceptuando unas tres ó cuatro mil cargas que compra el comercio de Oaxaca, y algunas otras que se consumen en las poblaciones del Istmo, el resto de la sal es absolutamente improductivo. De aquí resulta que, cuando tienen una existencia de cuarenta ó cincuenta mil arrobas, como sucedió en las salinas del Marqués el año de 1871 que las visitamos, no levantan ni siquiera un grano de sal, á pesar de contener el depósito cincuenta ó sesenta mil cargas, que representan cuando menos un capital de otros tantos pesos. Hé aquí uno de tantos ramos de riqueza como existen en nuestra República, perdido en su mayor parte por la falta de buenas vias de comunicacion que hagan fáciles y económicos los trasportes á los principales centros de consumo.

La salida natural de los productos de la region meridional del Istmo es el Océano Pacífico. Situadas las salinas casi en la orilla del mar y á corta distancia del puerto de Salina Cruz, habilitado

para el comercio de altura y cabotaje, su posicion no puede ser más favorable para la exportacion de la sal que en ellas se elabora. Algunas medidas protectoras por parte del Gobierno, y la sal constituirá, en nuestro concepto, uno de los principales artículos de comercio en el Istmo de Tehuantepec. El contrato que acaba de celebrar el Ministerio de Hacienda con la Compañía del camino de fierro de Panamá, para que los vapores de su línea toquen en su tránsito nuestros puertos del Pacífico, influirá poderosamente en el desarrollo de la industria salífera y en el del cultivo del añil, y no dudamos que sea el principio de una éra de bienestar para los habitantes de todas aquellas poblaciones.

Despues de lo que acabamos de asentar respecto de las riquezas minerales del Istmo, se comprende fácilmente que la minería apenas merece tomarse en consideracion, cuando se trate de los recursos materiales de esta parte del territorio. Creemos, por el contrario, que la agricultura, y sobre todo el movimiento comercial que debe imprimir una nueva via interoceánica de cualquiera naturaleza que sea, constituirá la base de la prosperidad y grandeza futuras de aquella parte de nuestra República.

Tales son los hechos que hemos podido observar durante nuestra permanencia en el Istmo. Ni debemos ni podemos lisonjearnos de haber sido acertados en nuestras apreciaciones; por el contrario, desconfiamos de nuestras propias fuerzas en este género de investigaciones, por desgracia muy poco comunes en nuestro país. Con mucho gusto rectificaremos y aun ampliaremos las ideas emitidas en esta Memoria, si alguna vez nos hallamos en posibilidad de verificarlo. Un estudio geológico más concienzudo y más completo habria exigido un tiempo de que no nos era posible disponer, ocupados de preferencia, como nos encontrábamos, en los trabajos relativos á la canalizacion.

A. Barroso.

PARTE CUARTA.

OPERACIONES TOPOGRÁFICAS Y ASTRONÓMICAS.

Ya he manifestado en otra parte de este Informe, que para tener idea clara de las dificultades que ofreceria el terreno en la construccion de la vertiente meridional del canal, formé una triangulacion que se extendió desde la hacienda de La Venta, al Sur, hasta las alturas en que se encuentra la línea de division de las aguas entre los dos Océanos, al Poniente, y hasta los cerros de La Cofradía, hácia el Norte.

La base de esta triangulacion se midió en un pequeño llano, llamado de La Sepultura, por ser el lugar que se encontró menos cubierto de monte, á inmediaciones de los trabajos, y sin embargo, fué preciso establecer uno de sus extremos en una pequeña altura enteramente descubierta para poder ligar ese extremo sin desmontar; pero esto impidió que toda la línea fuese medida directamente.

La medicion se practicó cuidadosamente con una cinta de acero de diez metros de longitud, llevándola á una tension constante por medio de dos dinamómetros y señalando sus extremos con líneas de lápiz sobre las cabezas de gruesas estacas cónicas de madera, clavadas sólidamente en el suelo. Dos veces se midió la línea, y hechas las correcciones por la longitud de la cinta y por la dilatacion del metal, que era allí indispensable llevar en cuen-

ta, por la elevada temperatura que adquiria la cinta á ciertas horas del dia, se obtuvo como primer resultado para el tamaño de esa línea 1668ᵐ919, y como segundo 1668ᵐ942.

Se midió tambien una línea auxiliar, unida por uno de sus extremos á la base, y con las mismas precauciones que la línea principal, para calcular la parte que no pudo medirse directamente, resultando para la longitud total de la base 2062ᵐ07.

La red trigonométrica se compuso de trece triángulos, cuyos ángulos se midieron con un teodolito inglés, de la fábrica de Troughton & Simms, provisto de dos vernieres que daban la aproximacion de 10″. Cada ángulo se tomó dos veces, por lo menos, en dos posiciones del instrumento, directa é inversa, para eliminar los errores de excentricidad del anteojo y de inclinacion del eje de rotacion del mismo anteojo.

Desde los vértices trigonométricos se situaron algunos otros puntos, y se tomaron rumbos con la brújula para configurar el terreno inmediato á ellos. Unos puntos en el rio Chicapa quedaron situados por el conocido problema de los tres vértices.

Procuré que algunos de los vértices trigonométricos fueran los mismos que sirvieron al Sr. Moro, con poca diferencia, puesto que no quedaron señales permanentes de la triangulacion que hizo aquel ingeniero, y de esa manera he podido ligar mis trabajos con los suyos.

La medida y la nivelacion de la línea recorrida desde la Cruz de Tarifa hasta la desembocadura del rio Chicapa, en la Laguna Superior del Sur, fueron ejecutadas por los Sres. Barroso y Segura. El primero averiguaba las diferencias de altura con un nivel inglés, de los que se construyen con el nombre de *dumpy-levels*, y dos estadales franceses divididos en centímetros. Al mismo tiempo media el Sr. Segura las distancias valiéndose de los hilos horizontales colocados en el anteojo de un teodolito americano, de la fábrica de Gurley, y de un estadal dividido en centímetros. Para medir los rumbos servia tambien el mismo instrumento, usándose la graduacion exterior que, por medio del vernier, daba 1′ de aproximacion.

Tanto la nivelacion que hizo la Comision mexicana desde Tarifa, por el puerto del mismo nombre, hasta la Laguna Superior,

como la que practicó la Comision americana desde el mismo punto hasta el mar, en Salina Cruz, pasando por el puerto de Chivela, quedaron perfectamente de acuerdo, á pesar de la gran distancia que separa los puntos de referencia. En efecto, la Comision mexicana recorrió poco más de 41 kilómetros, y encontró, para la base superior del pedestal de la Cruz de Tarifa, 224^{m}17, y la Comision americana encontró, para el mismo punto, 224^{m}23 (735.7 piés ingleses), despues de recorrer 93 kilómetros. Para la altura del portillo de Tarifa encontró nuestra Comision 229^{m}76, y la americana 230^{m}94 (754.4 piés ingleses). Aquí, aunque la diferencia es un poco mayor, se explica perfectamente, porque en el portillo no hubo ninguna señal fija á que referir las alturas.

Antes de enumerar las observaciones astronómicas, debo advertir que por nuestro reducido personal no pudo encargarse ninguno de nosotros especialmente de ellas, y teniendo que recoger otros datos más importantes para el fin principal del reconocimiento, poco tiempo pudimos dedicarles. Quiso tambien la desgracia que el apreciable oficial de marina encargado de las observaciones astronómicas en la Comision americana, se viese bastante enfermo durante su permanencia en el Istmo, y además su ayudante renunció á los pocos dias de haber llegado á La Chivela aquella Comision, por cuyo motivo entiendo que si algo se hizo en ese ramo, fué bien poco, y así lo veo confirmado en el Informe de la Comision americana, que se acaba de publicar. Así es que en cuanto á posiciones geográficas, pocas más se han obtenido respecto de las que habian suministrado los reconocimientos anteriores.

No obstante esto, las que determinamos han introducido modificaciones de alguna importancia en la Carta del Istmo, y de las cuales me ocuparé á su tiempo.

Para las observaciones astronómicas contábamos con un cronómetro solar de Vazquez, número 725, y con un sextante de la conocida fábrica de Troughton & Simms, número 2,061, pudiendo emplear tambien en esos trabajos un teodolito de la misma fábrica, cuyos círculos permitian leer los ángulos por medio de vernieres con la aproximacion de 10″.

Luego que nos establecimos en La Venta, y despues de estar

algunos dias en reposo el cronómetro, aproveché los ratos que me dejaban algo desocupado los otros trabajos para hacer observaciones, con el objeto de averiguar el estado del cronómetro, valiéndome, en los dias en que pude estar en la casa de la hacienda, de alturas correspondientes del sol, y en las noches de alturas de estrellas. En esos dias (á mediados de Abril), emprendimos el reconocimiento del rio Ostuta, llevando el cronómetro y el sextante. El 18 de ese mes llegamos al rancho de Piedra Grande, á la orilla del Ostuta, y aprovechando el buen tiempo que hacia en la noche, observé una serie de alturas iguales de dos estrellas para el tiempo, y otra de alturas de α Ursæ Majoris para latitud. Al dia siguiente continuamos el viaje, y en el punto en que acampamos observó el Sr. Segura alturas de una estrella para el tiempo, y el Sr. Barroso una serie de alturas de una estrella al Norte para latitud. No volvimos á tener buen tiempo hasta el 22, en cuya fecha nos hallábamos ya de regreso del reconocimiento de la parte superior del Ostuta, en nuestro segundo campo, á la orilla del mismo rio. Esa noche tomé allí una serie de alturas iguales de dos estrellas, y otras dos series de alturas desiguales de dos estrellas al Este y al Oeste, para determinar el tiempo. Los Sres. Barroso y Segura observaron cada uno una serie de alturas de estrellas al Norte, y yo otra serie de alturas de una estrella al Sur, para la determinacion de la latitud. Por último, pude tambien tomar alturas iguales de la luna y una estrella para longitud.

Desde las márgenes del Ostuta emprendimos el viaje para Minatitlan, sin detenernos más que un solo dia en El Súchil, por falta de una canoa para bajar el rio Coatzacoalcos. Durante ese viaje no tuvimos, en general, buen tiempo, y apenas pude observar en El Súchil unas alturas correspondientes del sol, para saber el estado del cronómetro.

Despues que hubimos bajado hasta la desembocadura del Coatzacoalcos y que reconocimos la barra, volvimos á Minatitlan el 5 de Mayo, y el 6, que nos detuvimos en ese punto, aproveché el tiempo lo mejor que fué posible, observando en el dia alturas del sol al Este y al Oeste, y en la noche alturas iguales de dos estrellas, y otras absolutas al Este y al Oeste, para determinar la correccion del cronómetro. Tomé tambien una serie de alturas

circunmeridianas de η Ursæ Majoris para latitud, y otra de alturas absolutas del borde visible de la luna para longitud.

De Minatitlan volvimos á La Venta; pero como dije ya en al primera parte de este Informe, me separé entonces de los Sres. Barroso y Segura, y estando ellos más cerca, por los trabajos que ejecutaban, de la hacienda de La Venta, se encargaron de hacer tambien las observaciones astronómicas para fijar la posicion de ese lugar y deducir de ella las de los otros vértices, aprovechando al efecto los dias en que pudiesen estar en la hacienda y en los que permitiese trabajar la estacion de lluvias, que ya habia comenzado. El Sr. Barroso determinó el tiempo por alturas correspondientes del sol, y el Sr. Segura hizo en los dias 2 y 3 de Junio, que se presentaron favorables, algunas observaciones para latitud, dependiendo la de La Venta de dos series de alturas circunmeridianas del sol, observadas en los dos dias, de tres alturas iguales de diferentes estrellas, tomadas el dia 2 y cuatro el dia 3. Se hicieron dos observaciones de alturas de la luna para longitud, y el Sr. Barroso determinó tambien el azimut de la señal de Palo Blanco, por observaciones de sol, para orientar la triangulacion. Por esos dias que practiqué el reconocimiento del curso superior del rio Chicapa, procuré situar el rancho de Scarce, punto el más alto que exploré; pero no logré más que unas alturas del sol en la tarde del dia que estuve allí.

Concluidos nuestros trabajos en La Venta, nos trasladamos á Salina Cruz, cuya posicion importaba determinar, tanto por ser uno de nuestros puertos de altura, como porque entonces creiamos que podria ser uno de los extremos del canal. Por esta misma razon habiamos ofrecido á los comisionados americanos levantar el plano del puerto, ya que ellos se habian ocupado con más especialidad del estudio de la parte del rio Coatzacoalcos, comprendida entre la desembocadura y Minatitlan.

Mientras practicaba yo el reconocimiento de las lagunas del Sur, los Sres. Barroso y Segura comenzaron las operaciones para formar el plano de Salina Cruz, midiendo en la playa una base de poco más de 400 metros, con la cinta de acero y usando fichas, y sobre esta base se apoyó una red de triángulos que sirvió para fijar los puntos más importantes de la pequeña bahía y para con-

figurar desde sus vértices el terreno inmediato, suministrando tambien puntos de referencia para las operaciones de detalles. A mi vuelta de las lagunas encontré adelantados los trabajos, y juntos ya todos nos dedicamos á la conclusion del plano, haciéndose en uno de esos dias el sondeo del puerto. Acompaño á este Informe el plano correspondiente en donde constan los resultados de nuestras operaciones.

La estacion de lluvias estaba ya bastante avanzada, y esto nos perjudicaba notablemente, sobre todo para las observaciones astronómicas, pues en la noche, cuando no llovia, estaba el cielo cubierto de nubes. Sin embargo, no perdieron ningun momento oportuno los Sres. Barroso y Segura, que se encargaron de esas observaciones, y creo que lograron lo bastante para poder decir que la posicion del puerto llena las necesidades de la geografía y de la navegacion. Para determinar el tiempo tomaba el Sr. Barroso alturas correspondientes del sol, y para obtener la latitud observaron mis compañeros alturas circunmeridianas del sol, alturas de la Polar y alturas iguales de dos estrellas. Las observaciones se hicieron cerca de la orilla del mar, en la capitanía del puerto. Pongo á continuacion los resultados finales de las observaciones de latitud.

Promedio de 7 observaciones del sol......	ψ=16°10′29″
Promedio de doce observaciones de estrellas.	ψ=16 9 52
Idem atendiendo á los pesos de las observs...	ψ=16°10′ 4″

La determinacion de la longitud es, como se sabe, una de las operaciones más difíciles y delicadas de la astronomía, y para obtenerla con exactitud se necesita un buen número de observaciones. Por eso estoy muy lejos de creer que el resultado obtenido por la Comision es exacto; pero sí me parece que no debe alejarse mucho de la verdad, porque los resultados individuales tienen diferencias que se hallan dentro de los límites de las tolerancias admitidas en esta clase de observaciones, y porque, habiendo logrado las observaciones de la luna, correspondientes á esos dias, hechas en el Observatorio Naval de Washington, pudimos corregir los primeros resultados. Para que se tenga idea de la precision con que se obtuvieron estos, pongo á continuacion

las siete longitudes calculadas con tres observaciones del Sr. Segura y cuatro del Sr. Barroso, de distancias zenitales de la luna, tomadas con el teodolito inglés, en cuyos círculos se leian los ángulos con la aproximacion de 10″. Cada distancia zenital se tomó en dos posiciones del círculo vertical, directa é inversa, leyéndose tambien en cada una las indicaciones del nivel paralelo al mismo círculo.

OBSERVACIONES DEL SR. SEGURA.

13 de Julio de 1871	$L = 6^h\ 20^m\ 36^s\ 28$
Idem idem idem	$L = 6\ 20\ 56\ 62$
Idem idem idem	$L = 6\ 20\ 42\ 03$
Promedio	$L = 6^h\ 20^m\ 44^s\ 98$

OBSERVACIONES DEL SR. BARROSO.

13 de Julio de 1871	$L = 6^h\ 20^m\ 25^s\ 39$
14 de idem idem	$L = 6\ 20\ 24\ 03$
Idem idem idem	$L = 6\ 20\ 15\ 61$
Idem idem idem	$L = 6\ 20\ 27\ 27$
Promedio	$L = 6^h\ 20^m\ 23^s\ 08$
Promedio conforme á los pesos de las dos series de observaciones	$L = 6^h\ 20^m\ 28^s\ 20$
Con la correccion de las tablas esta longitud se convirtió en	$L = 6^h\ 21^m\ 11^s$

Este fué el único resultado de longitud, digno de alguna confianza, que se obtuvo de las observaciones de la luna hechas en esta exploracion. Aunque hubo otras, como las de Minatitlan, las del segundo campo en el Ostuta y las de La Venta, no se han obtenido hasta hoy observaciones correspondientes, y dependiendo además algunas de ellas de observaciones hechas con sextante, merecen poca confianza, y no han dado buenos resultados. Si consiguiere observaciones correspondientes, las calcularé de nuevo y presentaré sus resultados. Entretanto se han fijado las longitudes de la hacienda de La Venta, de Minatitlan, del Súchil, del rancho de Piedra Grande, del segundo campo del Ostuta y del rancho del Scarce por medio del cronómetro, y deduciéndola de la de Salina Cruz; pero tampoco pueden ser exactas, porque á pesar de las precauciones y del cuidado con que se llevaba siempre el instrumento, no fué posible evitar que variase su marcha en aquellas largas caminatas.

En cuanto á las observaciones de latitud, tienen toda la exactitud necesaria para fijar bien los puntos en la Carta, con excep-

cion de las asignadas al Súchil y al rancho de Scarce, pues se han deducido de observaciones del Sol muy léjos del meridiano, y por consiguiente en malas condiciones para la observacion.

Con la posicion geográfica de La Venta se obtuvo la de todos los demas vértices trigonométricos, y como algunos de ellos fueron con muy poca diferencia los mismos que sirvieron al Sr. Moro, pude aprovechar las posiciones de los puntos fijados tambien por la triangulacion que hizo aquel ingeniero en el Sur del Istmo, y cuyas posiciones geográficas dependian de la de Juchitan que se determinó directamente. Las diferencias que encontré en latitud fueron pequeñas, pues no llegan á 10″, con excepcion de la de La Venta, que me da una diferencia de 26″. En las longitudes sí hubo mayores diferencias, como era de esperarse, por la dificultad que hay de lograr un resultado exacto si no es despues de una larga serie de observaciones. Al fin de esta parte va una tabla de posiciones geográficas en la que constan las obtenidas por observacion directa, las deducidas de la triangulacion y las del Sr. Moro, con las variaciones introducidas en las longitudes por nuestras observaciones, pues en las latitudes no hice variacion alguna, atendiendo á que las diferencias eran pequeñas é inapreciables en la escala de la Carta.

Con esas posiciones se construyó la Carta del Istmo, que va anexa á este Informe, y respecto de la cual debo advertir que la parte de ella que merece más confianza es la del Sur, tanto porque fué la que más recorrimos, como porque en ella ejecutamos la mayor parte y lo mejor de nuestros trabajos. Se notarán allí muchos nuevos puntos que no constan en las cartas anteriores, así como las correcciones hechas á las posiciones de otros, en virtud de nuestras observaciones. En cuanto á la parte del Norte, la construí partiendo de la posicion que obtuve para Minatitlan, cuyo punto si bien está de acuerdo en latitud con la posicion que le han asignado otros observadores, no sucede lo mismo en longitud, por la razon ya repetida en esta parte del Informe. Para configurar el rio Coatzacoalcos desde Minatitlan hasta la desembocadura, aproveché el plano que levantaron los oficiales de la marina de los Estados-Unidos, que estaban al servicio de la Comision americana, y que es el mejor que se conoce; pero partiendo de la

posicion de Minatitlan que dejo ya indicada, la desembocadura no coincide en longitud con la de los oficiales americanos. Sin embargo, me he decidido á dejar así la Carta, porque no sabiendo cómo determinaron los oficiales americanos la posicion de la boca del rio, no tenia yo razon para desechar mi longitud, aun cuando no la considerase más que como aproximativa. El resto del rio, hácia arriba, lo configuré tomando los trabajos que me parecieron más dignos de confianza, de las comisiones que nos habian precedido, sujetándolo tambien á la posicion aproximativa del Súchil. He consultado igualmente todos los planos que se han formado para los diversos proyectos de ferrocarril.

No solo he dirigido los trabajos de construccion de la Carta y de los planos y el dibujo de ellos, sino que muchas veces he puesto algo de mi propia mano, con el objeto de que esos planos representasen el terreno lo mejor que fuese posible. Si la Carta no presenta más exactitud, especialmente en la parte del Norte, depende de que los trabajos practicados hasta hoy en el Istmo no han sido más que de reconocimiento y con el fin principal de establecer una via de comunicacion, por lo cual solo se han recorrido algunas líneas y se ha estudiado la parte de la Sierra que presenta los puntos bajos de paso; pero el resto se ha explorado más ó menos rápidamente, y hay allí todavía mucho que conocer y que corregir. Para que se tenga idea de la incertidumbre que existe en la posicion de puntos muy importantes, como la desembocadura del Coatzacoalcos, va en seguida una tabla de los resultados obtenidos hasta hoy por los diversos observadores, para la posicion de ese lugar:

Latitud.	Longitud Oeste de Greenwich.	Autoridades.
18° 8′ 27″	94°21′25″ 5	Memorias de la marina española.
18 4 50	94 25 00	Murphy.
18 8 30	94 17 00	Robles.
18 11 00	94 24 00	Comodoro Perry (1848).
18 8 15	94 21 42	Miller, de la marina de los E. U. (1871).
18 8 30	94 32 50	Informe de Mr. Williams sobre el ferrocrl.

La declinacion de la aguja imantada la determiné tomando en el punto trigonométrico de La Venta el azimut magnético de la

señal de Palo Blanco, cuyo azimut astronómico se midió directamente, empleando para tomar el primero la brújula del teodolito americano, y resultó de 7°47'9 al Este. En Salina Cruz, por tres observaciones de la estrella Polar hechas con el mismo teodolito y anotando el tiempo con el cronómetro para calcular los azimutes de la estrella, obtuve 7°45'4 al Este. Por la concordancia de estas tres observaciones adopté para la declinacion estos últimos números; pero bien puede tomarse el medio de ambos, porque difieren poco. Los oficiales de la marina de los Estados-Unidos encontraron 6°40' al Este, en la desembocadura del rio Coatzacoalcos.

Para terminar el resúmen de las operaciones científicas hechas en el Istmo, voy á hablar de un pequeño instrumento que nos prestó útiles servicios en la determinacion aproximativa de las alturas, y en aquellos casos en que necesitábamos de la presion barométrica, como en las observaciones astronómicas. Dije ya en la primera parte que llevamos de México dos barómetros vacíos, pero que no habiendo tenido medios para llenarlos de manera que hubiésemos podido confiar en sus observaciones, no los usamos, y en aquellos lugares en que no trabajamos con la Comision americana, nos servimos con buen éxito del *hipsómetro* ó *termo-barómetro.* El instrumento que llevamos no era de construccion muy fina, porque la escala de metal, á la que iba unida el tubo del termómetro, no estaba bien divida en todas sus partes. Cada grado de Farenheit tenia una extension de $0^{m}01$ y estaba dividido en diez partes, pudiéndose apreciar por medio de un vernier hasta centésimos de grado. El vaso en que hervia el agua era de laton y de capacidad suficiente para contener una buena cantidad de vapor que bañaba perfectamente el receptáculo de mercurio, que siempre quedaba fuera del agua.

Antes de usarlo lo comparamos con un barómetro de mercurio que tenia en la hacienda de La Chivela la Comision americana, y el resultado fué el siguiente:

Barómetro reducido á 0°	$0^{m}7439$
Hipsómetro	0. 7570
Correccion	0. 0131

Poco tiempo despues lo comparamos en Minatitlan con otro ba-

rómetro de mercurio, perteneciente á los ingenieros del ferrocarril de Tehuantepec, y obtuvimos:

Barómetro reducido á 0°	0m7605
Hipsómetro	0. 7738
Correccion	0. 0133

Al hacerse la observacion se procuraba evitar toda corriente de aire que hubiera podido alterar la indicacion del termómetro. Hecha la observacion y encontrada por la temperatura de ebullicion la presion barométrica correspondiente, valiéndose de las tablas de Regnault, se aplicaba la correccion anterior, y el resultado, así como la temperatura del aire en el momento de la observacion, servian para calcular la altura del punto sobre el nivel del mar. Como no habia observaciones correspondientes, se empleaba en el cálculo por presion al nivel del mar, la média que correspondia al mes en que se hacia la observacion, tomándola tambien para las latitudes del Istmo, y por temperatura del aire á ese mismo nivel, se usaba la média anual que se ha obtenido para nuestras costas. Siempre se procuró hacer la observacion á medio dia ó poco despues, porque á esa hora corresponde próximamente la presion média del dia, y cuando se hacia á otra hora, se le aplicaba una correccion para reducirla á la média.

Haciendo uso del hipsómetro con todas estas precauciones, he obtenido resultados muy aceptables en los trabajos de reconocimiento, y creo que no debe perderse esto de vista en un país poco explorado y que presenta tantas dificultades para el trasporte de instrumentos delicados. Hay sí que comparar el instrumento con un buen barómetro de mercurio á diversas alturas para formar una tabla de correcciones, y repetir tambien las comparaciones siempre que se pueda, pues, como todos los termómetros, está sujeto á la variacion del cero. Nunca encontré los resultados anormales, y aun puede decirse disparatados, que se le han atribuido por algunos autores, y como prueba de ello consigno en seguida las diversas alturas sobre el nivel del mar, de algunos puntos situados á la orilla del rio Chicapa, obtenidas por medio del hipsómetro.

La Venta de Chicapa	26m4
San Miguel Chimalapa	123. 4
Rancho Sitio Viejo	243. 4
Rancho El Cacaotal	302. 8
Rancho de Scarce	435. 0

Las alturas de La Venta y de San Miguel las obtuve cada una de ellas por dos observaciones hechas en distintos dias, y puede notarse la aproximacion que da el hipsómetro comparando estas alturas con las obtenidas por la nivelacion topográfica, y que constan en una tabla de alturas que va adjunta á este Informe, aunque debo advertir que los puntos en que se colocó el hipsómetro no fueron precisamente los mismos cuya altura se midió con el nivel, pero diferian muy poco de estos.

En camino para México recibí, al llegar á Oaxaca, un telégrama del Sr. Diaz Covarrúbias, Oficial mayor del Ministerio, en el que me manifestaba lo conveniente que seria fijar la posicion geográfica de la ciudad, valiéndonos del telégrafo para la determinacion de la longitud. Contesté que estábamos dispuestos á ello, y comenzamos á buscar un lugar á propósito para hacer las observaciones. No tardamos mucho en hallarlo, porque habiamos entrado en relaciones con el Sr. D. Manuel Ortega, persona muy ilustrada de la ciudad y extremadamente amable, y este apreciable caballero dejó á nuestra disposicion una finca de su propiedad, situada á espaldas del convento de Santo Domingo y cerca del paseo de Guadalupe. Por desgracia la revolucion estalló en esos dias en la misma ciudad de Oaxaca, y no pudiendo hacer uso del telégrafo, por disposicion del Ministerio dimos punto á nuestros trabajos, y seguimos nuestro viaje para la capital.

Sin embargo, no fué perdido del todo el tiempo que estuvimos allí, porque los Sres. Barroso y Segura habian hecho algunas observaciones de latitud, tomando con el teodolito inglés alturas de la Polar, y alturas iguales de dos estrellas. Calculadas esas observaciones, han dado los siguientes resultados:

14 observaciones del Sr. Segura..............................	$\psi = 17° 3' 49''$
12 observaciones del Sr. Barroso..............................	$\psi = 17\ \ 3\ \ 52$
Promedio atendiendo á los pesos de las observacs.	$\psi = 17° 3' 51''$

Los cálculos de las observaciones astronómicas han sido hechos por el Sr. Barroso, auxiliado por el Sr. Segura; debiendo advertir que, tanto en los trabajos del terreno como en los cálculos, hemos seguido los métodos consignados por nuestro distinguido compatriota el Sr. D. Francisco Diaz Covarrúbias, en su excelente tratado de topografía y geodesia. Solo en circunstancias excep-

cionales no hicimos uso de sus nuevos métodos para la determinacion del tiempo, de la latitud y de la longitud, pues son incontestables las ventajas que ofrecen esos métodos al viajero respecto de los que han estado hasta hoy en uso.

Para concluir mi Informe, me permitirá el Gobierno que haga aquí una mencion especial (que por otra parte no es sino muy justa) de los Sres. Barroso y Segura, y que se los recomiende eficazmente, por la actividad, la inteligencia y la buena voluntad con que desempeñaron todos los trabajos que les encomendé en la exploracion.

México, Mayo 30 de 1874.

M. Fernandez.

C. Ministro de Fomento.

POSICIONES GEOGRÁFICAS DE ALGUNOS PUNTOS DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Determinadas astronómicamente por la Comision Mexicana de 1871.

PUNTOS.	Latitud N.	Long. O. de Greenwich.
Salina Cruz	16° 10′ 4″	95° 17′ 45″
La Venta	16 34 26	94 55 00
Minatitlan	17 59 9	94 43 15
El Súchil	17 21 33	95 11 30
Primer campo en el Ostuta	16 36 18	
Segundo idem en el idem	16 37 16	94 27 45
Rancho de Piedra Grande	16 31 46	94 32 30
Idem de Scarce (rio Chicapa)	16 43 24	94 41 00

Determinadas por la triangulacion hecha en 1871, por la misma Comision.

PUNTOS.	Latitud N.	Long. O. de Greenwich.
Extremo Sur de la base	16° 36′ 38″	94° 55′ 4″
Idem Norte idem idem	16 37 45	94 55 2
Cerro de Palo Blanco	16 38 23	94 53 30
Loma de Agua Escondida	16 39 29	94 55 16
Loma Alta	16 42 35	94 52 57
Portillo de Tarifa	16 41 7	94 56 20
Cerro de La Cruz	16 42 18	94 51 7
Idem Pelon	16 44 53	94 52 19
Idem de La Cofradía	16 46 57	94 51 20
Idem de Los Nanches	16 36 52	94 52 47
Idem de Rincon Chapa	16 37 20	94 56 6
Idem de Zapata	16 39 11	94 52 17
Iglesia de San Miguel Chimalapa	16 43 8	94 50 48

Determinadas astronómicamente y por triangulacion, por la Comision del Sr. Moro en 1842, con las longitudes corregidas por las observaciones de la Comision de 1871.

PUNTOS.	Latitud N.	Long. O. de Greenwich.
El Morro	16° 10′ 24″	95° 15′ 17″
Xunirahui	16 12 40	95 20 30
Daniguibixo	16 14 36	95 14 36
Huilotepec	16 14 54	95 15 2
Daniliesa	16 20 7	95 20 36
Daniguibedchi	16 20 10	95 19 15
Tehuantepec	16 20 16	95 19 44
Danigú	16 22 6	95 11 4
El Espinal	16 29 26	95 8 38

PUNTOS.	Latitud N.			Long. O. de Greenwich.		
Itztaltepec	16	30	27	95	9	17
Juchitan	16	26	10	95	7	20
Daniguiati	16	31	59	95	11	10
Cerro de Laollaga	16	32	32	95	20	11
San Gerónimo	16	34	20	95	11	49
Chihuitan	16	35	44	95	15	36
Guiévichi	16	37	26	95	12	50
Cumbre oriental de la Guacamaya	16	42	28	95	8	35
Guiévixia	16	43	8	95	12	35
Pico del Almoloya	16	44	8	95	11	8
El Barrio	16	48	40	95	12	38
Petapa	16	49	36	95	13	8
Santo Domingo	16	49	45	95	14	25
San Mateo Huazontlan del mar	16	12	15	95	4	49
Huachilaif	16	13	32	94	43	31
Santa María del mar	16	13	33	94	57	24
Cumbre Baxmumbah	16	14	42	94	44	53
Cumbre Malumbianlaif	16	14	59	94	42	49
Isla de Tilema	16	15	30	94	59	47
Cumbre Umalalang	16	16	39	94	56	7
Cumbre Mitiachuaxtoco	16	17	10	94	53	58
Isla Monapostiac	16	20	34	95	00	7
Idem de la Iguana	16	23	9	94	57	52
Tiactinayix	16	26	12	94	53	40
Cerro del Zopilote	16	26	31	94	35	44
Idem Lagartero	16	34	15	95	00	55
Idem Pié de Banco	16	34	41	94	46	51
Idem Piedra Parada	16	39	8	94	57	46
Pico Este del Cerro Prieto	16	39	41	95	5	17
Idem del Cerro Atravesado	16	43	12	94	37	12
Cumbre de La Chichihua	16	44	34	94	54	23
Idem de Paso Partida	16	42	17	94	55	52
Cerro del Convento	16	43	11	94	55	5
Hacienda de Tarifa	16	43	31	94	58	23
Cerro de Las Albricias	16	44	21	94	51	31

Alturas en metros sobre el nivel del mar, de algunos puntos importantes del Istmo de Tehuantepec.

PUNTOS.	Alturas determinadas por Nivelac. topográf.	Nivelac. baromét.	Nivelac. trigonom.	AUTORIDADES.
	m			
Rancho de Chicapa Abajo	3.80	”	”	Barroso (1871).
Ranchería de Guviño	10.62	”	”	Idem idem.
Idem de la Palma	13.95	”	”	Idem idem.
Hda. de la Venta, base sup. de la cruz.	28.43	”	”	Idem idem.
Id. id., primer escalon de la cruz	27.59	”	”	Idem idem.
Rancho de Agua Escondida	83.87	”	”	Idem idem.
Las Piletas, camino de la Vta. á Tarifa	123.61	”	”	Idem idem.
Cerro de la Cruz, paso del mismo camº	250.05	”	”	Idem idem.
Punto más bajo entre el camino de la Cruz y el Portillo	197.31	”	”	Idem idem.
Portillo ó paso de Tarifa	229.76	”	”	Idem idem.
Principio del Palmar en el llano de id.	220.48	”	”	Idem idem.
Fin del Palmar	221.18	”	”	Idem idem.
Pié de la cruz de Tarifa, piso natural.	223.07	”	”	Idem idem.
Base superior de la cruz	224.17	”	”	Idem idem.
Rio Almoloya, en el camº del Barrio.	230.24	”	”	Bartlett (1871).
Hacienda de Chivela, la cruz	218.78	”	”	Buel y Bartlett (1871)
Portillo ó paso de Chivela	237.31	”	”	Idem idem.
Idem idem de Masahua	256.94	”	”	Barnard.
Rio Malatengo	66.14	”	”	Perfil de Sidell (1859)
Idem Sarabia	83.82	”	”	Idem idem.
Idem Jumuapa	41.45	”	”	Barnard.
Idem Jaltepec	45.41	”	”	Perfil de Sidell.
Tesistepec	63.40	”	”	Barnard.
Paso de Niza Conejo	283.46	”	”	Idem.
Id. de Tierra Blanca, camº de Sta. Mª	377.03	”	”	Bartlett.
Arroyo del Otate, idem idem	255.36	”	”	Idem.
Idem Mentidero, idem idem	252.31	”	”	Idem.
Idem Pericon, idem idem	242.56	”	”	Idem.
Rancho de la Cofradía, idem idem	386.78	”	”	Idem.
Cerro de idem, idem idem	539.24	”	”	Idem.
Idem del Ocotal, idem idem	506.63	”	”	Buel.
Arroyo de la Pichancha, idem idem	310.28	”	”	Bartlett.
Rio de la Chichihua, idem idem	339.66	”	”	Idem.
Idem cerca del arroyo Corozo	197.14	”	”	Idem.
Arroyo de la Pita, camino de Sta. Mª	218.48	”	”	Idem.
Idem de la Cuchara, idem idem	199.61	”	”	Idem.
Rio Coyolapa, idem idem	186.57	”	”	Idem.
Idem Escolapa, idem idem	181.57	”	”	Idem.
Arroyo del Chocolate, idem idem	351.12	”	”	Idem.
Cerro del idem, idem idem	381.69	”	”	Idem.
Rio Milagro, paso de idem	131.92	”	”	Idem.
Santa María Chimalapa	296.44	”	”	Idem.
Arroyo Sonapac, camino del Corte.	264.84	”	”	Bartlett y Buel.
Rio Capepac, idem idem	154.96	”	”	Bartlett.
Arroyo Mayiponoc, idem idem	350.21	”	”	Buel.
Rio Blanco, idem idem	224.39	”	”	Fuertes y Bartlett.
Paso del Rio Blanco al del Corte	308.45	”	”	Buel.
Cuchilla antes de bajar al Rio Blanco.	564.45	”	”	Buel y Fuertes.
Rio del Corte, al Norte de Sta. María.	110.76	”	”	Bartlett y Fuertes.

PUNTOS.	Alturas determinadas por			AUTORIDADES:
	Nivelac. topográf.	Nivelac. baromét.	Nivelac. trigonom.	
		m	m	
Rio del Corte, confluen. del Capepac.	146.00	,,	,,	Fuertes y Buel.
Idem idem del Chimalapilla.	,,	119.0	,,	Moro.
Idem en el campo nº 1 de las Comis.	201.90	,,	,,	Fuertes y Buel.
Idem en el campo nº 2.	210.10	,,	,,	Idem idem.
Idem en el campo nº 3.	214.88	,,	,,	Idem idem.
Idem en el campo nº 4.	220.46	,,	,,	Idem idem.
Idem, punto más alto explorado. . . .	230.43	,,	,,	Idem idem.
San Miguel Chimalapa.	122.04	,,	,,	Bartlett.
Paso de San Miguel, sierra Albricias.	326.53	,,	,,	Idem.
Rio Chicapa, en el rancho Guviño . .	6.69	,,	,,	Barroso.
Idem idem, en el rancho la Palma . .	11.46	,,	,,	Idem.
Idem idem, en la Venta.	22.01	,,	,,	Idem.
Idem idem, cerca de Puerta Vieja . .	,,	83.0	,,	Moro.
Idem idem en San Miguel.	117.47	,,	,,	Bartlett.
Idem idem en Sitio Viejo.	,,	243.4	,,	Fernandez (1871).
Idem idem en el rancho Cacaotal. . .	,,	302.8	,,	Idem idem.
Idem idem en el rancho de Scarce . .	,,	435.0	,,	Idem idem.
Id. id., punto más alto explorado. . .	,,	638.1	,,	Fuertes y Buel.
Arroyo Monetza, en su orígen.	,,	183.1	,,	Fuertes.
Idem idem, á la salida de la caverna.	,,	172.6	,,	Fernandez.
Niltepec.	,,	95.1	,,	Fuertes.
Rio Ostuta, en el rancho Pied. Grde.	,,	88.4	,,	Idem.
Id. id., punto más alto explorado. . .	,,	165.1	,,	Idem.
Id. de los Perros, camº de Tehuant.	45.72	,,	,,	Bartlett.
San Gerónimo	58.95	,,	,,	Idem.
Comitancillo	67.60	,,	,,	Idem.
Tehuantepec	37.79	,,	,,	Buel.
Juchitan	20.42	,,	,,	Sidell.
Huilotepec.	29.57	,,	,,	Idem.
Pico del Cerro Atravesado.	,,	,,	1529	Moro (1842).
Cumbre al N. E. del Atravesado . . .	,,	,,	2343	Idem idem.
Cerro de Loallaga	,,	,,	1243	Idem idem.
Guiexilá.	,,	,,	1152	Idem idem.
Cumbre oriental de Masahua.	,,	,,	696	Idem idem.
Masahuita.	,,	,,	615	Idem idem.
Cumbre de Paso Partido.	,,	,,	466	Idem idem.
Cerro del Convento	,,	,,	446	Idem idem.
Idem de Piedra Parada.	,,	,,	416	Idem idem.
Idem de Palo Blanco.	,,	,,	371	Idem idem.
Cumbre oriental de la Guacamaya. .	,,	,,	775	Idem idem.
Masahua, cumbre de en medio.	,,	,,	687	Idem idem.
Guiévixia	,,	,,	598	Idem idem.
Cumbre oriental de Cerro Prieto . . .	,,	,,	460	Idem idem.
Guiévichi.	,,	,,	416	Idem idem.
Daniguibidxo.	,,	,,	298	Idem idem.
Umalalang	,,	,,	218	Idem idem.
Monapostiac	,,	,,	111	Idem idem.
Daniguiati	,,	,,	275	Idem idem.

APÉNDICE

APUNTES SOBRE LA VEGETACION DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Bien sabido es que cuando se recorre una extension más ó menos considerable de terreno, casi siempre se presentan sucesivamente al observador diversas producciones vegetales, cuya fisonomía imprime un sello particular á cada region, que la caracteriza y sirve frecuentemente para distinguirla de las otras regiones del globo terrestre. En el presente artículo me propongo hacer ver las diferencias que se notan en la vegetacion del Istmo de Tehuantepec; lo haré de un modo muy general, porque ni el tiempo de que podia disponer para esta clase de observaciones, ni los elementos con que contaba, me permitian estudiar la variadísima flora de aquella rica cuanto importante porcion de nuestro territorio.

La circunstancia de que el Istmo apenas abrace dos grados de latitud, y la de que, con excepcion de una pequeña parte, todo el resto se halle situado casi al nivel del mar, hacen presumir que las mismas plantas se encuentren diseminadas indiferentemente en todos los puntos de su superficie, y sin embargo, exis-

ten tres zonas de vegetacion bastante bien caracterizadas, cuyos límites concuerdan en lo general con variaciones en la naturaleza del suelo ó en alguno de los otros agentes físicos que influyen en el desarrollo de las especies vegetales.

En efecto, cuando se atraviesa de Norte á Sur el Istmo de Tehuantepec, se observa desde luego una primera zona que se extiende desde la orilla del Seno Mexicano hasta el principio de la region montañosa; la segunda zona la constituye la region montañosa misma, y la tercera está comprendida entre el límite meridional de la anterior y el Océano Pacífico.

La primera zona está caracterizada por la grandeza y la variedad de las formas vegetales; puede decirse que es un bosque casi no interrumpido en toda su extension. Las plantas, en su mayor parte leñosas, que la constituyen, se hacen notar por el desarrollo del eje primario y el de sus ramificaciones. Los troncos de 60 centímetros de diámetro son muy comunes, y los que llegan á tener un metro no merecen ciertamente el nombre de excepcionales. Los innumerables bejucos y enredaderas que se entrelazan de mil maneras en las plantas arborescentes, hacen verdaderamente impenetrable esta fertilísima region, cuyo aspecto, siempre risueño y lleno de verdor, nunca permite descubrir el cambio de las estaciones. Todo revela en esta zona una nutricion abundante y circunstancias altamente propicias al desarrollo de los séres organizados que pertenecen al reino vegetal: representa, en una palabra, la vegetacion clásica de las regiones calientes y húmedas de los países tropicales.

En la zona intermedia, la vegetacion ha perdido el carácter tropical que presentan las dos extremas, como lo prueban la presencia de los encinos, de los helechos arbóreos, de los pinos, etc., siendo de notar que los primeros aparecen próximamente á 100 metros de altura sobre el nivel del Océano, es decir, en puntos que por su altitud deberian gozar de una temperatura média, apenas inferior á la de las zonas que se hallan situadas casi al nivel del mar; pero que circunstancias particulares que examinaremos más adelante, hacen que dicha temperatura sea varios grados centígrados inferior á la de aquellas zonas. Aunque la vegetacion de la intermedia es bastante exuberante, sobre todo

en la ladera del Atlántico, los bosques que forma son más ó menos practicables, porque ha disminuido de un modo notable el número de plantas trepadoras que son las que principalmente se oponen á la transitabilidad de los bosques que constituyen la primera zona. En la ladera del Pacífico, la vegetacion cambia de aspecto y comienza á tomar el carácter de la de la zona meridional, con la cual se confunde insensiblemente al descender la cordillera que termina en las llanuras de Tehuantepec.

En la tercera zona, que comprende las llanuras llamadas del Pacífico, la vegetacion está lejos de presentar el carácter de grandiosidad que se encuentra en la de las llanuras del Atlántico. Aunque por la temperatura es esencialmente tropical, faltan aquí algunas de las circunstancias que más influyen en el desarrollo de las especies vegetales; así es que los frondosos árboles de follaje verde oscuro se hallan reemplazados por las azuladas mimosas y otras plantas de la gran familia de las leguminosas, cuyos troncos, en lo general, no pasan de sesenta centímetros de diámetro, por diez metros de altura. Los fenómenos de la vegetacion están casi paralizados durante una gran parte del año, no á consecuencia del frio, que jamas se hace sentir en esta zona, sino por la gran sequedad que reina en los tres meses de invierno y el primero ó los dos primeros de la primavera.

La causa de las diferencias que se acaban de hacer notar en las tres zonas, se encontrará principalmente en la diversa manera con que obran los agentes físicos de la vegetacion en cada una de ellas. En efecto, la naturaleza del suelo, la exposicion, el grado de temperatura, el de humedad, etc., difieren más ó menos en las tres grandes divisiones naturales del Istmo, y la influencia que ejercen aquellos elementos tiene que ser proporcionada á la extension de estas diferencias. Comenzaremos por dar una idea general de la topografía y meteorología de esta region.

La gran cadena de montañas que corre á lo largo de las dos Américas y que atraviesa el Istmo de Tehuantepec próximamente á las tres cuartas partes de su anchura, se deprime en este lugar hasta el grado de no tener sino 230 metros de altura sobre el nivel del mar, en los pasos que establecen la comunicacion entre las llanuras que quedan á uno y otro lado de la cordillera.

Esta última, que ofrece una ligera convexidad hácia el Pacífico, tiene su vertiente meridional muy rápida, mientras que, por el contrario, la septentrional desciende suavemente á las llanuras del Atlántico. En efecto, la distancia del portillo de Tarifa al pié de la vertiente Sur de la cordillera, no llega á diez kilómetros, y en esta pequeña distancia se bajan 180 metros, quedando repartidos los cincuenta restantes, en cuarenta y tantos kilómetros que comprenden las llanuras. Por el lado del Norte el descenso principal se extiende hasta el Súchil, en una longitud de sesenta y tantos kilómetros. En esta distancia se han bajado próximamente doscientos metros, quedando repartidos los treinta restantes en cerca de ochenta kilómetros que abrazan las llanuras del Atlántico: estas, como se ve, tienen poco menos de un tresmilavo de inclinacion. Las llanuras de los dos extremos del Istmo apenas se hallan interrumpidas en uno que otro punto por elevaciones en su mayor parte aisladas y relativamente de poca importancia si se comparan con las montañas que forman la cordillera central.

Los vientos dominantes en el Istmo son los del N. E., á causa de las corrientes del Golfo de México y de la diferencia de temperatura que se nota en las llanuras de sus dos extremidades, siendo más elevada la de la region meridional que termina en el Pacífico. Con excepcion de los meses de Abril y de Mayo en que soplan con alguna frecuencia los vientos del Sur, todo el resto del año imperan los del N. E., cuya fuerza se hace verdaderamente notable en los meses de Noviembre á Marzo, época en que los vientos se designan con el nombre de nortes. Estos, que en las llanuras del Atlántico son menos violentos, tanto por el mayor espacio en que pueden extenderse como por lo exuberante y compacto de la vegetacion, atraviesan con una velocidad prodigiosa las gargantas estrechas que conducen á las llanuras del Pacífico, en donde disminuye un poco su fuerza, pero quedando siempre muy superior á la que se experimenta en las llanuras del Norte de la cordillera. Muy frecuentemente sucede que un ligero viento en Minatitlan, es un fuerte norte en las llanuras del centro del Istmo.

La elevacion que adquieren las montañas á uno y otro lado de la zona en que se encuentran los pasos de Chivela y de Tarifa, así

como lo que se avanzan al Norte fuera de la misma zona, dan lugar á que la cordillera forme una especie de embudo, cuya boca mayor está dirigida hácia el Golfo de México, miéntras que la menor, constituida por las estrechas gargantas que conducen á las llanuras del Pacífico, desemboca en estas últimas. Esta configuracion particular del Istmo, unida á la diferencia de temperatura y densidad que existe entre las capas de aire de sus dos regiones extremas, explica perfectamente la direccion y la fuerza del viento, sobre todo en los meses de invierno en que aquellas diferencias se hacen mucho más perceptibles.

La temperatura média de las diversas regiones del Istmo difiere más de lo que podia esperarse, atendiendo únicamente á las variaciones de latitud y altura que ofrecen entre sí. La zona del Pacífico es la que presenta una temperatura más elevada que las otras dos, no solamente por su exposicion directa al Sur, puesto que la cordillera misma le forma una muralla natural por la parte del Norte, sino por las otras circunstancias particulares que concurren en ella. Su vegetacion se conserva lánguida la mayor parte del año; las plantas casi desnudas que la forman, dejan penetrar hasta el suelo los rayos del sol, en donde son absorbidos en parte, y en parte reflejados hácia una atmósfera cuya sequedad contrasta singularmente con la humedad de las otras dos regiones del Istmo. Aunque el viento que sopla casi constantemente del Norte tiende á bajar un poco la temperatura de esta zona, su influencia es menor de lo que debia, en virtud de que la gran cantidad de vapor de agua de que se encuentra cargado al entrar en el Istmo, la va perdiendo por su precipitacion bajo la forma de lluvia al atravesar las llanuras del Atlántico y la vertiente septentrional de la cordillera. La poca humedad que puede conservar el aire al penetrar en la atmósfera seca de las llanuras del Pacífico, lejos de precipitarse, se eleva y se disipa prontamente á medida que avanza en dichas llanuras. Esto se ve con mucha frecuencia en tiempo de nortes, en que las nubes, suspendidas á una pequeña altura sobre las llanuras de Chivela y de Tarifa, desprenden una lluvia abundante sobre ellas y las montañas adyacentes, mientras que no se ve caer una gota de agua al pié de la vertiente Sur de la cordillera.

La temperatura de las llanuras del Pacífico es muy uniforme; la diferencia entre la máxima y mínima de un año, es inferior seguramente á la que se observa en esta capital entre las temperaturas máxima y mínima de un dia. La falta de observaciones termométricas continuadas con regularidad por algun tiempo, hace que no se pueda fijar con toda certeza la temperatura média de esta region; pero juzgando por los datos que existen y los que personalmente pudimos recoger, es de presumir que oscile entre 28 y 29° centígrados.

A pesar de la elevada temperatura de esta parte, el cuerpo no experimenta esa laxitud, ese abatimiento que produce el menor ejercicio muscular en los climas húmedos y calientes de las regiones tropicales situadas á muy pocos metros de altura sobre el nivel del Océano. Acaso la traspiracion abundante que constantemente provoca la extremada sequedad de la atmósfera, y que conserva el cuerpo en cierto estado de frescura, sea la causa principal de aquel curioso resultado.

Las llanuras del Atlántico poseen una temperatura média dos ó tres grados inferior á la de la zona del Pacífico, no porque sea esto lo que corresponde á su latitud un poco más septentrional, sino en virtud de las otras circunstancias que concurren con la latitud misma á determinar la temperatura média de un lugar. La vegetacion exuberante que recubre constantemente estas llanuras; los innumerables cursos de agua que las surcan en todas direcciones; las brisas cargadas de humedad que soplan del Golfo de México; hé aquí otras tantas causas que contribuyen, independientemente de la latitud, á bajar la temperatura de esta zona. En tiempo de nortes, en que el viento sopla con más violencia y va acompañado de lluvias ó nublados, el termómetro suele descender á 20 y aun á 18 grados centígrados, y es entonces cuando se hace muy perceptible la diferencia de temperatura entre las dos regiones extremas del Istmo.

La parte central ó montañosa difiere notablemente, por su temperatura, de las dos anteriores. Es verdaderamente templada, como lo indica con toda claridad el carácter general de su vegetacion; y sin embargo, la elevacion propia de esta parte del Istmo apenas basta para disminuir menos de dos grados la temperatura

que ofrecen las llanuras, si se calcula á razon de un grado por cada 180 metros de altura, como parece ser el término medio en las regiones tropicales; pero además de que ya en este punto se hace mucho menos sensible la influencia de la temperatura uniforme del Océano, hay la circunstancia de que á uno y otro lado de la garganta en que se hallan los pasos de Chivela y de Tarifa, la Sierra Madre se levanta rápidamente hasta una altura de 2,000 y 2,500 metros sobre el nivel de los mares. La parte montañosa del Istmo, enlazada íntimamente con todo el resto de la cordillera, está sujeta, como es natural, á la influencia de estas grandes elevaciones vecinas, de donde baja constantemente, en virtud de su mayor densidad, el aire fresco que en ellas se encuentra, para ocupar en las partes bajas el lugar de las capas calientes y enrarecidas que se hallan en contacto con el suelo de las llanuras. Si á esto se agrega la accion de las corrientes de viento que atraviesan el Istmo, cuya fuerza es tanto más grande cuanto mayor es la diferencia de densidad entre las capas de aire de sus dos extremidades y menor el espacio que tiene que ocupar, se tendrá explicada, sin dificultad, la diferencia de 5 á 6 grados que existe entre la temperatura de esta region y la de las llanuras del Pacífico, diferencia que, segun expresa el Sr. Moro en su Informe sobre el Istmo, es mucho mayor.

Del mismo modo que la temperatura, la cantidad de lluvia varia mucho en las diferentes divisiones naturales del Istmo. En lo general existen allí las mismas leyes que en los países tropicales situados al Norte del Ecuador; es decir, la estacion de aguas tiene lugar en algunos de los meses en que el sol se encuentra al Norte de aquella línea; pero ni la duracion del período de lluvias ni la abundancia de estas, es igual en las tres grandes secciones. Las diferencias se notan aun tratándose únicamente de la verdadera estacion de las lluvias, esto es, de la que comprende aquellos meses en que caen copiosamente, y en que por lo comun van acompañadas de fenómenos eléctricos, pues ya veremos que en tiempo de nortes llueve más ó menos frecuentemente en las llanuras del Atlántico y en la parte montañosa del Istmo, lo cual establece una diferencia esencial entre estas dos regiones y la de los llanos del Pacífico. Desgraciadamente no existen observacio-

nes pluviométricas que pudieran indicarnos, aunque fuera aproximadamente, la cantidad de agua que cae en cada una de las tres grandes secciones.

En la zona del Atlántico las lluvias comienzan á principios de Junio y terminan en Octubre. Todos estos meses comprenden la estacion en que caen abundantemente y casi sin interrupcion todos los dias. Las lluvias son más frecuentes de noche que de dia, fenómeno que he tenido ocasion de observar en otros puntos de la costa del Golfo de México, en donde, como en el Norte del Istmo, llaman la atencion los aguaceros por el tiempo que conservan su fuerza, no siendo raro que duren con la misma intensidad tres, cuatro ó más horas, particularmente en los meses de Agosto y Setiembre, en que los cursos de agua crecen de un modo extraordinario, originando la mayor parte de los años inundaciones de más ó menos consideracion. De Noviembre á Marzo, época de los nortes, las lluvias continúan, aunque con otro carácter, en esta zona; ya no son aguaceros como los de la estacion que ha terminado en Octubre, sino lluvias sin truenos, sin relámpagos, de gotas pequeñas, pero que persisten uno, dos ó más dias consecutivos. Puede asegurarse que del número total de nortes que soplan en los cuatro meses referidos, cerca de la mitad van acompañados de lluvia, y casi todos ellos de nublados que cubren completamente el horizonte.

En la region del centro las lluvias siguen poco más ó menos la misma marcha que en la zona anterior. Sin embargo, en las llanuras de Chivela y de Tarifa, así como en algunos otros puntos en que la vegetacion no es muy exuberante, los nortes no producen tanta agua como en aquella; pero en la parte montañosa, como Sta. María Chimalapa, San Juan Guichicóvi, la Cofradía, etc., por el contrario, las lluvias ocasionadas por los nortes son más tenaces y más frecuentes que en las llanuras del Atlántico. Esto proviene de que el aire que sopla del Golfo, cargado de tanta humedad cuanta puede encerrar á la temperatura de la costa, se va enfriando á medida que avanza en las llanuras, y al atravesar la vertiente septentrional de la cordillera se precipita en lluvia la mayor parte del agua que contiene. En cuanto á las nubes que pasan á la zona del Pacífico, ya hemos visto que son absorbidas,

por decirlo así, en el aire caliente que encuentran en aquella region, de manera que se disipan completamente cuando llegan al pié de la vertiente Sur de la misma cordillera. Solamente en los meses de Abril y Mayo se puede tener probabilidad, pero nunca seguridad, de que deje de llover en la parte montañosa que mira directamente á las llanuras del Atlántico.

Las llanuras del Pacífico constituyen una de aquellas regiones en que llueve poco. La estacion de aguas comprende únicamente los cuatro meses de Junio á Setiembre; pero aun en este tiempo los aguaceros no son tan frecuentes ni tan copiosos como en las dos regiones anteriores. La exposicion directa al Sur, la falta de una vegetacion exuberante que, conservando el terreno húmedo, mantuviese al mismo tiempo por la traspiracion de sus órganos apendiculares (las hojas), una atmósfera fresca y brumosa, y la naturaleza del suelo, cuya permeabilidad favorece tanto la absorcion de los líquidos que caen en su superficie, son las causas principales de la escasez de agua que se nota en esta zona. La que cae anualmente no llega sin duda á la mitad de la que se recoge en cada una de las otras dos regiones, en las que, juzgando por lo que se observa en países situados en circunstancias enteramente análogas, puede calcularse que no caen ménos de dos metros de agua en el mismo tiempo.

A las diferencias climatológicas que acabamos de hacer notar en las tres grandes divisiones naturales del Istmo, hay que agregar la que existe en la naturaleza del suelo, y que en parte puede considerarse como una consecuencia de la configuracion misma del terreno. Ya hemos visto que las llanuras del Atlántico descienden con una pendiente apenas sensible, desde el Súchil hasta las orillas del Seno Mexicano. La lluvia que cae en ellas, así como en la vertiente septentrional de la cordillera, da orígen á un gran número de cursos de agua que las surcan en todas direcciones, pero que afluyen en su mayor parte, despues de un trayecto más ó menos largo, á la corriente principal que constituye el caudaloso Coatzacoalcos. Estos cursos de agua, que son casi siempre torrentosos en su orígen, á causa de las pendientes rápidas que tienen que atravesar antes de descender á las llanuras, al llegar á estas disminuyen la velocidad de su corriente y continúan mar-

chando lentamente en todo el resto de su longitud: resulta de aquí que, en la época de las crecientes, sus aguas rebosan fácilmente, produciendo inundaciones que depositan anualmente una cantidad considerable de limo, la cual, unida con el mantillo que proviene de la descomposicion constante de las materias vegetales y animales que se hallan naturalmente en la superficie del suelo, constituye una capa de tierra de 5 á 6 metros de espesor, muy rica en los principios organizados que forman el principal alimento del reino vegetal.

En la division central del Istmo, el suelo es en algunos puntos arenoso y pedregoso, y en otros de naturaleza arcillosa, y casi tan rico en materias orgánicas como la region anterior. Esto último se nota particularmente en la parte montañosa, cuya vegetacion exuberante conserva contantemente húmedo el terreno y se opone á que las aguas arrastren todo lo que se encuentra en la superficie, como sucede en los lugares completamente descubiertos. Aquellas, más bien que precipitarse en torrentes, se filtran y se resbalan lentamente por encima de las innumerables desigualdades del suelo, dando así lugar á la formacion de una capa de tierra vegetal gruesa, fértil, y por consiguiente muy propia para el desarrollo de las plantas que se alimentan con los principios nutritivos contenidos en su masa. Las porciones descubiertas son más ó menos estériles, ó cuando mucho propias para el crecimiento de las gramíneas que forman el alimento principal de los ganados que viven en esta zona. Los nortes, que soplan con una violencia extraordinaria al atravesar los pasos de las montañas, constituirán siempre en la division central del Istmo un obstáculo serio para el desarrollo de una agricultura floreciente, excepto en aquellas localidades que por su situacion especial se hallan al abrigo de los vientos dominantes, y sustraidas, por consiguiente, á su perniciosa influencia.

En las llanuras del Pacífico el suelo es arenoso ó ligeramente arcilloso, y las más veces acompañado de una cierta cantidad de carbonato de cal. En las orillas de los rios, así como en algunas otras partes bajas en que se deposita el agua en tiempo de lluvias, la capa de tierra vegetal es casi tan gruesa y tan rica en materias organizadas como la del Norte del Istmo; pero en lo general

es más delgada y contiene menos mantillo á causa de la proporcion mucho menor de materias vegetales y animales que entran en descomposicion. Aunque estas llanuras se hallan casi á nivel como las de la parte opuesta, y están surcadas tambien por diversos cursos de agua, estos no originan inundaciones que produzcan anualmente una gran cantidad de limo fecundante. La razon es, porque la cantidad de agua que reciben es muy inferior á la que se recoge en la zona del Atlántico, porque sus cauces no son tan encajonados como los de aquella, y porque la filtracion que se verifica á causa de la naturaleza del terreno es tan considerable, que rios de mediana importancia, como el Chicapa y el Ostuta, dejan sus lechos completamente en seco durante los meses de Abril y de Mayo, hasta una distancia de veinte ó más kilómetros arriba de su desembocadura. Con excepcion del rio de Tehuantepec, que arroja directamente sus aguas en el Pacífico, todos los demas desembocan en las lagunas interiores de aquella region, á tres ó cuatro leguas del grande Océano, de manera que recorren un trayecto bastante corto á través de las llanuras.

Una vez examinadas las circunstancias particulares de cada una de las tres grandes divisiones naturales del Istmo, veamos de qué manera se hallan distribuidos en cada una de ellas los diversos agentes físicos de la vida vegetal, y si su influencia está de acuerdo con los resultados obtenidos por la observacion. No me ocuparé de la accion de la luz, que bien puede considerarse como igual en la extension que abrazan todas tres: situadas entre los 16 y 18° de latitud Norte próximamente, los rayos de luz los reciben con muy poca inclinacion durante los seis meses que permanece el Sol en nuestro hemisferio, y con una inclinacion un poco mayor el tiempo que trascurre entre el equinoccio de otoño y el de primavera; pero más ó menos inclinados, no puede admitirse que ocasionen diferencias perceptibles en los fenómenos fisiológicos de séres organizados que ocupan apenas una zona de dos grados en latitud.

El calor y la humedad, agentes principales de la vegetacion, obran incesantemente y con mayor intensidad en las llanuras del Atlántico. El suelo se conserva siempre húmedo, no solamente por el agua que cae en forma de lluvia la mayor parte de los me-

ses del año, sino tambien por la que se deposita en forma de rocío sobre la superficie de los cuerpos que se hallan al aire libre. La abundancia de este último es particularmente notable en los meses más calientes del año, en los cuales las circunstancias favorecen mucho su formacion. En efecto, en estos meses el cielo se conserva bastante despejado, y la irradiacion nocturna produce un descenso de temperatura muy grande en los cuerpos cuyo poder emisivo es considerable: como las hojas de las plantas se encuentran en este último caso y multiplican de un modo notable la superficie de enfriamiento, sobre ellas se condensa una parte del vapor de agua que se encuentra en el aire, tanto mayor cuanto más numerosas son las causas que concurren á bajar la temperatura del aire ambiente y más elevada es la temperatura á la cual la atmósfera se encuentra saturada. En el Norte y en el centro del Istmo el rocío basta para regar ó humedecer el terreno lo mismo que lo haria una lluvia ligera, de manera que el suelo no llega á verse absolutamente seco, ni aun en el período en que las lluvias han cesado por completo.

La accion no interrumpida de la humedad y del calor, debe traer consigo la continuidad de los fenómenos de la nutricion, cuya consecuencia inmediata es la formacion incesante de los órganos elementales que, ya reunidos entre sí, ya separados, constituyen los tejdos del organismo vegetal; los mismos agentes deben producir un desarrollo y crecimiento rápidos en las plantas que se encuentren bajo su influencia; y en efecto, la observacion confirma que los hechos pasan de la manera que se acaba de indicar. El ropaje lujoso que ostentan constantemente los vegetales de la zona del Atlántico; el espesor y altura que adquieren los tallos de los que por su naturaleza están llamados á vivir durante muchos años; la rapidez con que verdaderamente invaden el terreno las plantas herbáceas ó leñosas que habitan aquella zona, son una prueba inconcusa de que los jugos nutritivos afluyen sin cesar á todos los puntos del organismo, así como del incremento constante de los hacecillos fibro-vasculares que forman la madera, y de la fecundidad del terreno en que se crian séres organizados, cuyo vigor y lozanía son el mejor testimonio de las buenas condiciones de vitalidad que los vegetales encuentran

reunidas en aquella parte del Istmo.—Las maderas de las llanuras del Atlántico son maderas de construccion por excelencia, pues el desarrollo que adquieren los tallos en aquella region, hace que se puedan obtener piezas de muy grandes dimensiones, como lo prueban aquellas de que los naturales forman las canoas que hacen el tráfico en el Coatzacoalcos, y algunas otras verdaderamente notables que se embarcan para el extranjero, y cuyo número de toneladas de peso es muy respetable; y sin embargo, estos grandes árboles ofrecen menos resistencia al hacha y al machete que los que crecen en los llanos arenosos y secos del Pacífico, sin duda por la gran cantidad de sávia que humedece continuamente su interior. El caobo (switenia mahogani), el cedro (cedrela odorata), el macayo (stagmaria) ... y el guapaque (ostrya mexicanus), son los más notables, y los dos primeros constituyen el principal artículo de exportacion de aquella parte del Istmo.

Con excepcion de las playas arenosas del Golfo de México, todo el suelo de las llanuras se halla formado de un terreno de aluvion excesivamente fértil y propio para el cultivo de todos los frutos tropicales adaptados á su clima. Algunos creen, sin embargo, que los innumerables insectos que tanto mortifican al hombre y á los animales, así como las calenturas intermitentes que reinan la mayor parte del año, serán siempre un obstáculo insuperable para la prosperidad agrícola del Norte del Istmo. Es verdad que en estos terrenos casi horizontales, constantemente húmedos y sujetos á inundaciones periódicas, la exuberancia de la vegetacion da lugar, por la putrefaccion de las materias orgánicas, al desprendimiento de miasmas que producen las intermitentes y aun fiebres tifoideas; pero por una parte se sabe que la presencia del hombre trae consigo una disminucion considerable, si no la desaparicion completa de los animales nocivos, y por otra, es de presumir que, cuando se hagan desmontes regularizados y cuando con el aumento de poblacion nazca la necesidad de poner un dique á las inundaciones, dejarán de existir las principales causas que originan la insalubridad actual de las llanuras del Atlántico. Estas no aguardan más que la mano del hombre para recompensar muy ámpliamente los afanes y los gastos que se inviertan en su explotacion.

En la zona central del Istmo la humedad ejerce la misma influencia que en el Norte, pero no así el calor, que obra con una intensidad algo menor, conforme á la diferencia de temperatura que hemos hecho notar entre las dos secciones: en cuanto al terreno, puede considerarse igualmente fértil, pues encierra una gruesa capa de mantillo siempre rica en materias organizadas. Esta diferencia de temperatura debe producir, y en efecto produce, una diferencia no solamente en la rapidez con que se verifican los fenómenos de la nutricion, sino tambien en la naturaleza de las plantas que viven en aquella zona. La vegetacion ha perdido el carácter tropical que presentaba en el Norte del Istmo, excepto en algunos lugares muy abrigados de las cañadas y valles estrechos que forman las elevaciones cuyo conjunto constituye la cordillera. El encino y el pino han venido á reemplazar el caobo y el cedro de las llanuras, apareciendo el primero á cien metros, y el segundo á doscientos sobre el nivel del mar, próximamente.

Las maderas del centro del Istmo son, como las del Norte, igualmente propias para las construcciones. El pino, por el gran desarrollo longitudinal de sus tallos, suministra magníficas piezas para las arboladuras de los buques, y se emplea tambien ventajosamente en las construcciones navales, como lo prueba el gran número de árboles que se cortaban en otro tiempo para conducirlos á los arsenales de la isla de Cuba; razon por la cual se designó la parte del Coatzacoalcos, en donde se hacian estos cortes, con el nombre de rio del Corte. El caobo y el cedro no han desaparecido completamente en esta region, pues se les encuentra todavía á doscientos metros de altura y algo más sobre el nivel de las llanuras del Atlántico; pero se ha disminuido de un modo notable su número y su desarrollo. El predominio del pino y del encino es tanto más considerable, cuanto que viviendo estas especies en sociedad, ocupan exclusivamente grandes extensiones de terreno, como sucede con todas las plantas sociales, mientras que los caobos y los cedros rara vez se encuentran formando grupos de algunos centenares, que los cortadores de maderas designan con el nombre de *manchones*.

La naturaleza del suelo varia mucho en las diferentes partes

del centro del Istmo, y estas diferencias traen consigo otras correspondientes en la vegetacion que se desarrolla en cada una de ellas. En los lugares en que domina el elemento silizoso, el suelo es menos fértil y cubierto generalmente de gramíneas herbáceas, como sucede en los potreros de Chivela, las lomas de Xochiapa, etc., etc.; mientras que en aquellos en que domina el elemento arcilloso, y en los cuales las plantas leñosas se hallan perfectamente desarrolladas, la vegetacion misma da lugar á la formacion del mantillo que regenera constantemente la capa de tierra vegetal, sirviendo además para conservar á la atmósfera un cierto grado de humedad que tanto favorece la evolucion de los séres organizados. Hay, sin embargo, una circunstancia que debe oponerse al desarrollo de una vigorosa vegetacion, y que tal vez constituirá un obstáculo poderoso para el cultivo de ciertas plantas en la faja que corresponde á la mayor depresion de la cordillera, y que forma, por decirlo así, el cañon de comunicacion entre las dos partes extremas del Istmo; es la violencia con que sopla el viento en dicha faja la mayor parte del año, pero más particularmente en la estacion de los nortes.

Todo lo que se ha dicho respecto de la zona central, se refiere principalmente á la ladera del Atlántico, que abraza la mayor parte, pues la del Pacífico encierra una vegetacion que participa del carácter de la de la zona de que vamos á ocuparnos.

En las llanuras meridionales del Istmo, los agentes más importantes de la vegetacion no ejercen su influencia de un modo permanente como en las llanuras septentrionales, puesto que la humedad falta en aquellas durante una gran parte del año. El suelo de las primeras, más bien arenoso que arcilloso, sin ser estéril, está lejos de contener la cantidad de materias orgánicas que hacen tan fértil y productiva la gruesa capa de tierra vegetal de las segundas; por lo mismo no hay que esperar la exuberancia y la grandiosidad de formas que hemos visto en las zonas anteriores. Sumergidas las plantas en una especie de letargo, que dura de Noviembre á Mayo, y desprovistas en este tiempo del follaje que forma su más bello adorno, las llanuras del Pacífico presentan un conjunto de árboles poco desarrollados, suficientemente numerosos para impedir el libre tránsito, y bastante desnudos

para que puedan proporcionar al viajero un abrigo contra los rayos abrasadores del sol.

El período de actividad de la vegetacion en esta parte, comprende cinco meses poco más ó menos; comienza á fines de Mayo con las primeras lluvias de la estacion y termina en Octubre. Las plantas, verdaderamente ávidas de agua, absorben con rapidez la que recibe el suelo en los primeros aguaceros; de manera que reverdecen como por encanto en unos cuantos dias, convirtiendo las llanuras en un bosque impenetrable, y en el cual se distinguen con dificultad las veredas y picaduras que tres ó cuatro semanas antes permitian transitar con bastante libertad. La duracion de este período no basta, sin embargo, para que las plantas leñosas adquieran un desarrollo tan considerable como el de las de las otras zonas en que las condiciones propicias para la vegetacion son permanentes; así es que, aun entre los individuos de una misma especie, cuando estos son comunes á las dos extremidades del Istmo, se encuentra la diferencia consiguiente á la diversidad de circunstancias que se acaba de indicar.

Las plantas que habitan las llanuras del Pacífico son indudablemente de aquellas poco exigentes para las condiciones de su desarrollo. La mayor parte pertenecen á la gran familia de las Leguminosas, en la que se encuentran muchos géneros organizados para resistir una gran sequedad aun en climas en que la temperatura es muy elevada. A esta resistencia contribuye seguramente la poca extension de la superficie evaporatoria, pues las expansiones foliáceas son en aquellas plantas generalmente pequeñas, y con frecuencia abortan, dando así lugar á la formacion de los órganos que se designan con los nombres de accesorios ó trasformados, cuya naturaleza casi siempre fibrosa, hace que se presenten bajo la forma de espinas ó de filamentos que, además de encerrar menor cantidad de jugos que el tejido celular, reducen notablemente la porcion exterior que se halla en contacto con la atmósfera.

En virtud de ser tan reducido el período de actividad de la vegetacion en esta parte del Istmo, el desarrollo de los tallos, tanto en altura como en diámetro, marcha muy lentamente. Las capas leñosas anuales adquieren muy poco espesor, pero en compensa-

cion son más compactas y participan rápidamente de las cualidades del corazon ó madera perfecta. Si á esto se agrega que la mayor parte son coloridas, de grano muy fino, y por consiguiente á propósito para la talla, se verá que las maderas de esta zona, más bien que de construccion, son esencialmente propias para la ebanistería, y muchas de ellas bastante apreciadas como maderas de tinte.

Las plantas arbóreas, que por su porte son las que principalmente imprimen una fisonomía particular á cada region vegetal, así como las herbáceas, que por su cultivo ó por su número, se ofrecen fácilmente á la vista del observador en el Istmo de Tehuantepec, pertenecen á los grupos naturales que se expresan á continuacion:

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	NOMBRES VULGARES
Leguminosas. .	Cœsalpinia. . . .	Brasiliensis . .	Palo del Brasil
"	Cassia.	Fistula	Cañafístula
"	Tamarindus. . .	Occidentalis. .	Tamarindo
"	Hæmatoxylum .	Campechianum .	Palo de Campeche
"	Pauletia.	. . . .	. . . .
"	Phaseolus	Vulgaris. . . .	Frijol
"	"	Caracalla . . .	Caracolillo
"	Byra.	Ebanus	Granadillo
"	Pterocarpus . . .	Santalinus . .	Palo de rosa
"	"	Draco	Sangre de drago
"	Hymenæa. . . .	. . . .	Quiebra-hacha
"	"	Courbaril . . .	Cuapinole
"	Indigofera. . . .	Citisoydes. . .	Añil cimarron
"	"	Disperma . . .	Id. de Guatemª.
"	Myrospermum. .	Peruiferum . .	Bálsamo del Perú
"	Erythrina. . . .	Coralodendron. .	Zumpantle
"	Acacia.	Arabiga	Mezquite
"	"	Acapulcensis .	Tepeguaje
"	Mimosa.	. . . .	Huisache
"	"	. . . .	Huamuchil
"	"	Tinctoria?. . .	Cascalote
"	Inga.	. . . .	Algodoncillo
"	Lignum?	Vitæ?.	Guanacastle
"	"	. . . .	Gateado
"	"	. . . .	Almendrillo
Terebintáceas .	Spondias.	Varias especies	Jobo, Ciruela
"	Stagmaria. . . .	. . . .	Macayo
"	Schinus?	. . . .	Palo Mulato
"	Mangifera. . . .	Indica.	Mango
"	Anacardium. . .	Occidentale . .	Marañon
"	Hedwigia	Balsamífera. .	Incienso
"	Amyris	Copallífera . .	Copal

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	NOMBRES VULGARES
Ebenáceas. . .	Diospyros	Lotus	Ebano
,,	,,	Obtusifolia . .	Zapote negro
,,	Guayacum. . . .	Sanctum . . .	Guayacan
,,	Mouzabea (Acosta R. y P.) .	Guanensis. . .	Toronja
Cedreláceas . .	Switenia.	Mahogani. . .	Caobo
,,	Cedrela	Odorata	Cedro rojo
,,	Chloroxylon. . .	. . . .	Ebano verde
Zapotáceas. . .	Lucuma.	Mamosa. . . .	Mamey
,,	Achras.	Zapota	Chico zapote
,,	Chrysophyllum .	Caimito	Zapote caimito
Coníferas . . .	Cupresus.	Thuyoides. . .	Cedro blanco
,,	,,	Sempervirens .	Ciprés
,,	Pinus	Variabilis . . .	Ocote amarillo
,,	,,	Strobus	Id. blanco
Malváceas. . .	Gossypium . . .	Herbaceum . .	Algodonero
,,	Hibiscus.	Tiliaceus . . .	Masahua
,,	Ketmia	Sinensis. . . .	Tulipan
,,	Sida.	Americana . .	. . . .
,,	Abutilon.	. . . .	Monacillo
,,	Malvaviscus. . .	Arboreus . . .	Idem
Bombáceas . .	Bombax.	Pentandrum .	Ceiba
,,	Pachiria.	. . . .	Coquito
Bitneriáceas. .	Theobroma . . .	Cacao	Cacao
Euforbiáceas. .	Hura	Crepitans . . .	Habilla de Guatemª
,,	Croton	Lucidum . . .	Caobilla
,,	Ricinus	Comunis . . .	Higuerilla
,,	Siphonia.	Elástica. . . .	Hule
Cupulíferas . .	Quercus.	Alba	Encino blanco
,,	,,	Virens	Idem negro
,,	Ostrya.	Mexicana . . .	Guapaque
Mirtáceas . . .	Psidium.	Aromática. . .	Guayabo
,,	Myrtus	Pimento. . . .	Pimien. de Tabasco.
Rubiáceas. . .	Genipa	Americana . .	Jagua
,,	Coffea.	Arabica	Cafeto
,,	Bouvardia. . . .	Longiflora. . .	. . . .
Jasmináceas. .	Fraxinus	Acuminata . .	Fresno
Crescenciáceas.	Crescentia. . . .	Cujete.	Cuautecomate
,,	,,	Spathoidea? . .	Guajilote
Aurantiáceas. .	Citrus.	Aurantium . .	Naranjo
,,	,,	Medica	Cidra
,,	,,	Limonum. . .	Limonero
,,	,,	Limetta. . . .	Lima
,,	,,	Med. rugosa. .	Toronja
Rizoforáceas. .	Rizophora. . . .	Mangle	Mangle
Aviceniáceas .	Avicennia. . . .	Nítida.	Idem blanco
Cordiáceas. . .	Cordia.	Gerascantoides	Palo baria
Bignoniáceas. .	Bignonia	. . . .	. . . .
,,	Tecoma	Pentaphylla. .	Roble blanco
Bixáceas . . .	Bixa.	Orellana. . . .	Achiote
Anonáceas. . .	Annona.	Squamosa. . .	Anona
,,	,,	Cherimolia . .	Chirimoya
Compuestas . .	Carthamus. . . .	Tinctoria . . .	Azafran
Sapindáceas. .	Sapindus	Saponaria. . .	Jaboncillos
Balsamifluas. .	Liquidambar . .	Styraciflua . .	Liquidámbar
Laurináceas. .	Persea.	Gratissima . .	Aguacate

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	NOMBRES VULGARES
Convolvuláceas	Convolvulus. . .	Batatas	Camote
,,	Ipomea	Bracteata . . .	. . . .
Rosáceas. . . .	Chrysobalanus. .	Icaco	Icaco
Cucurbitáceas .	Sicyos.	Edulis.	Chayote
,,	Cucumis.	Colocynthis . .	Coloquíntida
,,	,,	Melo	Melon
,,	Cucurbita	Citrullus . . .	Sandía
,,	,,	Varias especies	Calabazas
Solanáceas. . .	Nicotiana	Tabacum . . .	Tabaco
,,	Solanum.	Varias especies	Berengena, etc
Malpighiáceas.	Malpighia. . . .	Faginea. . . .	Nanche
,,	Banisteria? . . .	. . . .	. . . .
,,	Hiræ?.	. . . .	Enredaderas
Urticáceas. . .	Morus.	Tinctoria . . .	Palo moral
,,	Ficus	Benjamina . .	Amate
Cactáceas . . .	Cereus.	. . . .	Pitahaya
,,	Echinocactus . .	Cornigerus . .	Bizn.ª de chilitos
,,	Mamillaria . . .	Sphærica . . .	Idem
Apocináceas. .	Plumiera	Varias especies	Súchil
,,	Tabernamontana	. . . .	. . . .
,,	Echites	. . . .	. . . .
Lorenthаceas .	Lorenthus. . . .	. . . .	. . . .
Pasifloráceas. .	Passiflora	Varias especies	Pasionaria
Combretáceas .	. . . .	. . . .	. . . .
Melastomáceas	Varios.	Varias.	. . . .
Capridáceas . .	. . . .	. . . .	. . . .
Meliáceas . . .	. . . .	. . . .	Coagulote
Mesembriáceas	. . . .	. . . .	. . . .
Ampelidáceas .	Varios.	Varias.	Bejucos
Palmeras . . .	Oreodoxa	Régia	Palma real
,,	Chamærops . . .	Humilis. . . .	Id. yuc.ª ó somb.
,,	Cocos	Nucífera . . .	Coco de agua
,,	,,	Crispa.	Corozo
,,	,,	. . . .	Biscayol
Bromeliáceas .	Bromelia	Pita.	Ixtle
,,	,,	Pinguin. . . .	Piñuela
,,	,,	Ananas	Piña
Orquidáceas. .	Vanilla.	Aromática . .	Vainilla
,,	Varios.	Varias.	. . . .
Papayáceas . .	Carica.	Papaya	Papayo
Amaryllidáceas. .	Furcræa.	Fœtida	Pita
,,	Agave.	. . . .	Maguey
Smiláceas . . .	Smilax	Zarzaparrilla .	Zarzaparrilla
,,	Herreria.	. . . .	. . . .
Canáceas. . . .	Cana	Indica.	. . . .
Musáceas. . . .	Musa	Paradisiaca . .	Plátano largo
,,	,,	Sapientum . .	Id. guineo
,,	,,	Rosácea. . . .	Id. morado
,,	,,	Régia	Id. dominico
Gramíneas. . .	Oryza	Sativa.	Arroz
,,	Zea	Maiz	Maíz
,,	Saccharum . . .	Oficinale . . .	Caña de azúcar
,,	. . . .	. . . .	Camalote
Aroideas. . . .	Arum.	Maculatum . .	Alcatraz
,,	Colocasia	. . . .	. . . .
Helechos. . . .	Polipodium . . .	. . . .	. . . .

neros de Helechos arbóreos. Los Quercus comienzan á presentarse á cien metros de altura sobre el nivel del mar; los Pinus á doscientos y los liquidámbares á mil, en lugares bastante elevados de la cordillera central. Casi es inútil advertir que los límites interiores de las dos zonas extremas con la média no forman una línea claramente definida, y que en dichos límites los géneros y especies pertenecientes á las dos primeras, penetran más ó menos en el interior de la segunda, y vice versa.

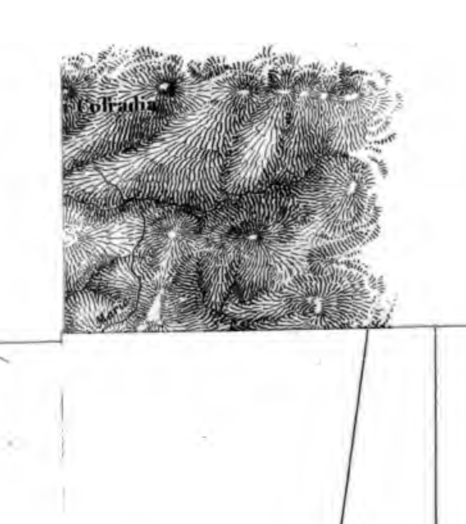
Los demas géneros no comprendidos en la distribucion anterior, se hallan indiferentemente en las dos zonas extremas del Istmo; pero respecto de estas plantas comunes hay que hacer una observacion, y es que los individuos que viven en las llanuras del Atlántico, en donde los principales agentes físicos de la vegetacion ejercen constantemente su influencia, son más vigorosos, más desarrollados que los que viven en las llanuras opuestas, si bien es verdad que estos últimos poseen en compensacion una madera más dura y más compacta que los primeros, segun se ha dicho al tratar en particular de cada una de las tres regiones.

Tal es, muy en globo, la idea que puedo dar de la vegetacion del Istmo de Tehuantepec, y que no debe considerarse sino como un bosquejo del hermoso cuadro que formará el estudio completo y detallado de la flora rica y variada de aquella parte de nuestra República.

México, Abril de 1874.

Agustin Barroso.


Mexico 30'
C. ATRAVESADO
NJAS
C. CHOCOLATE
Guacamaya
Petacas
S. Juan
PEC
Tam
Rio Xocuapa
C. ZOPILOTE
Cruces
Xocuapa
Rio Ostuta
MALUMBIANLAIF
CHILAIF
wich.



500

CROQUIS

de la línea nivelada

RUZ DE TARIFA Y LA LAGUNA SUPERIO

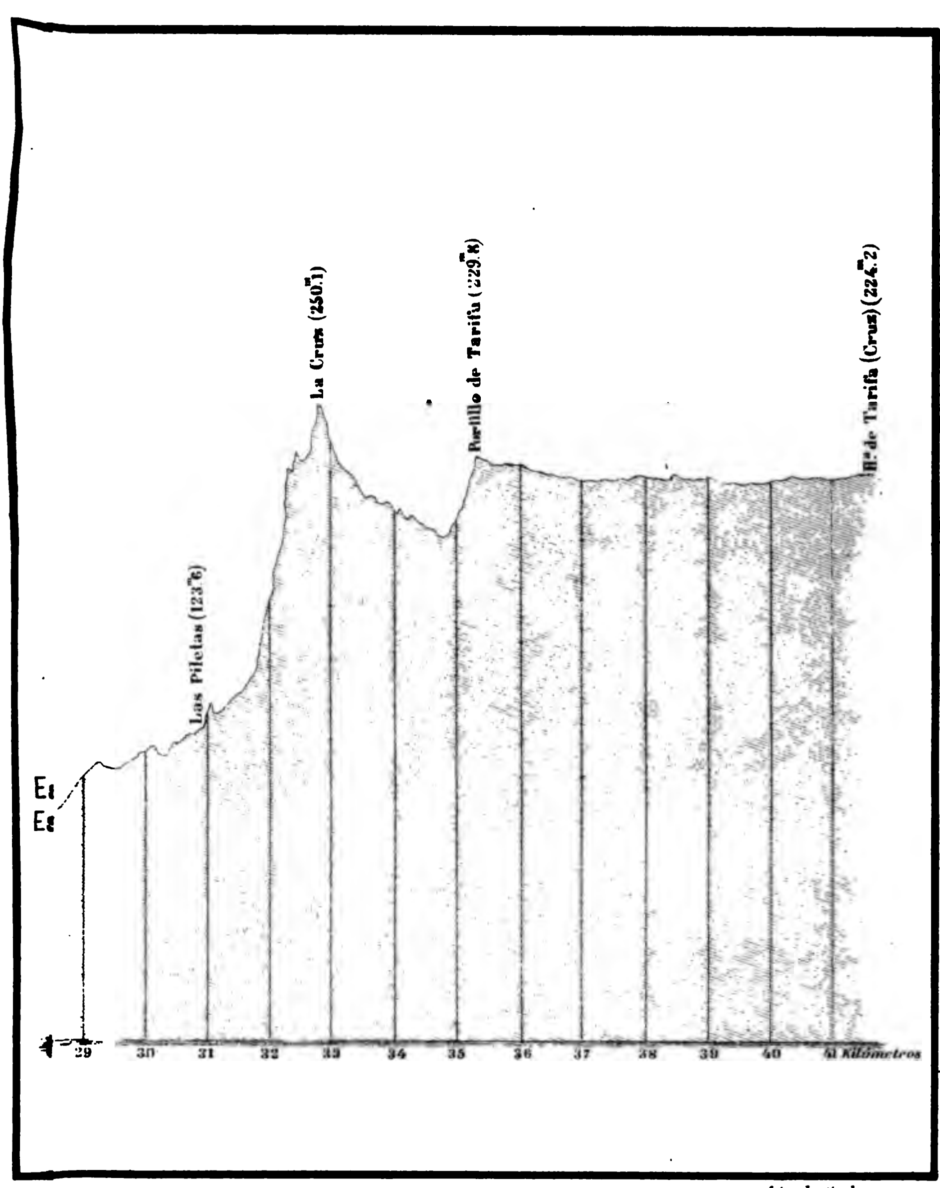
r del terreno comprendido

RE LA VENTA Y LA COFRADIA,

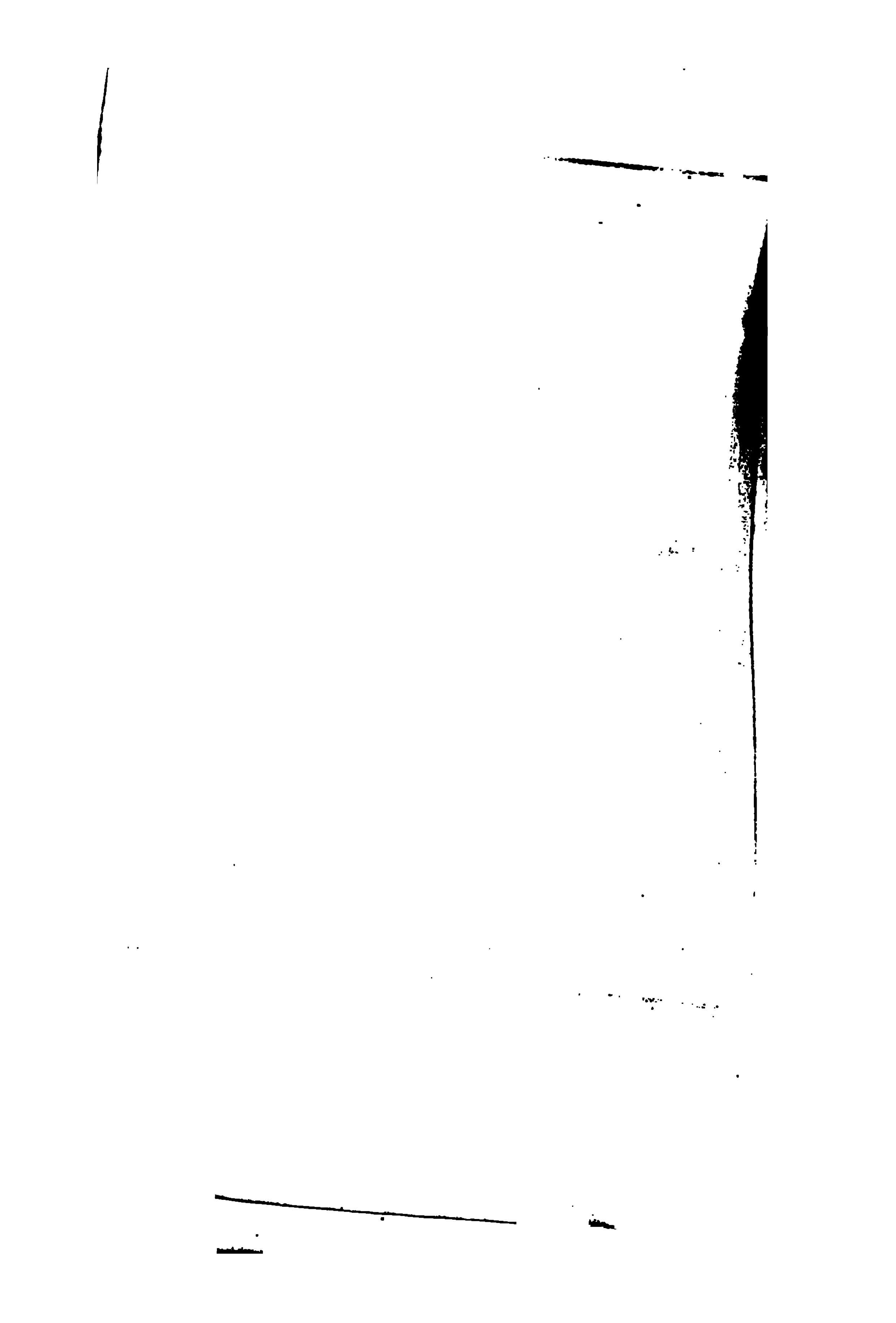
) por la Comision Mexicana de reconocimiento del

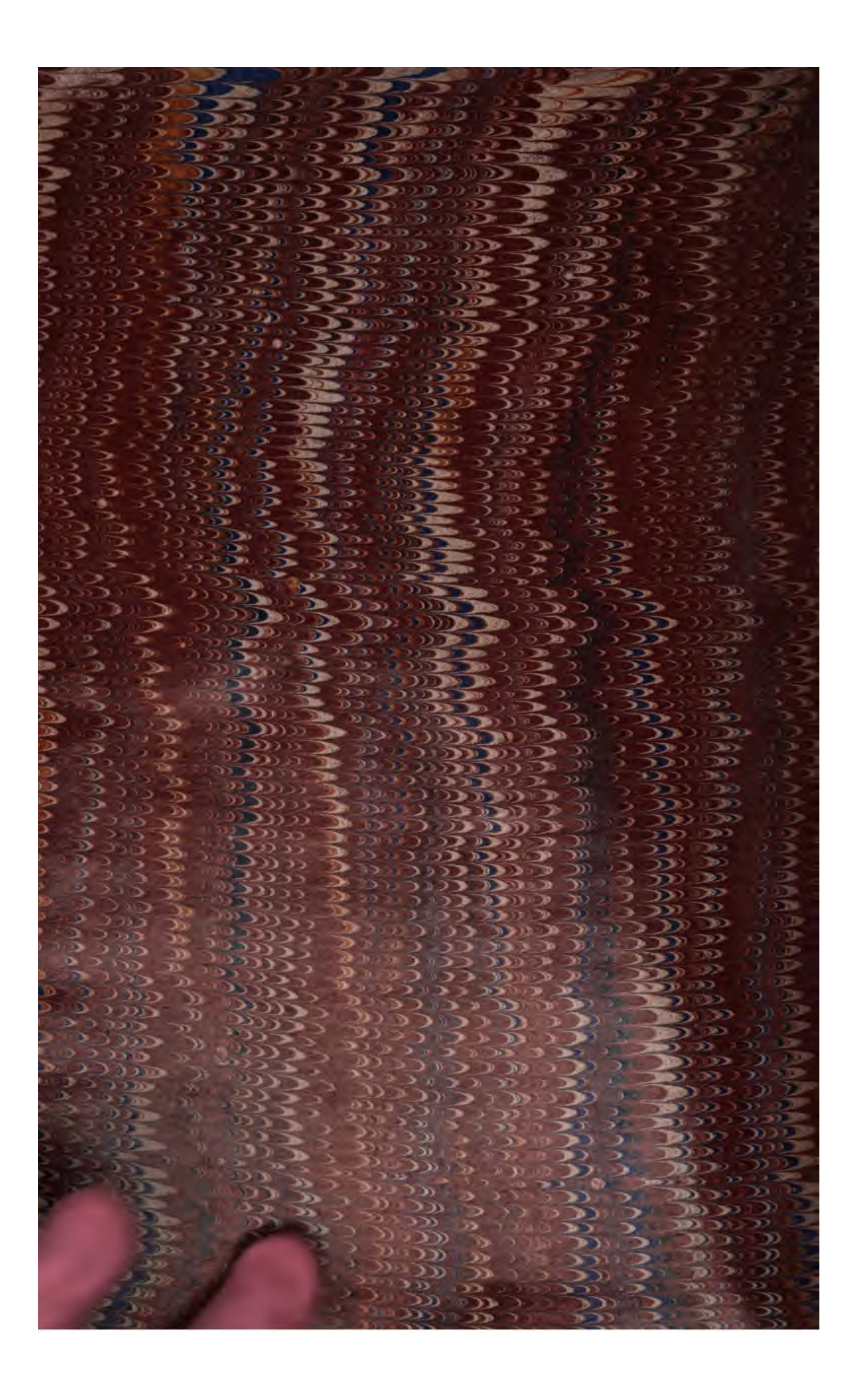
NOTA—*Los n* O DE TEHUANTEPEC

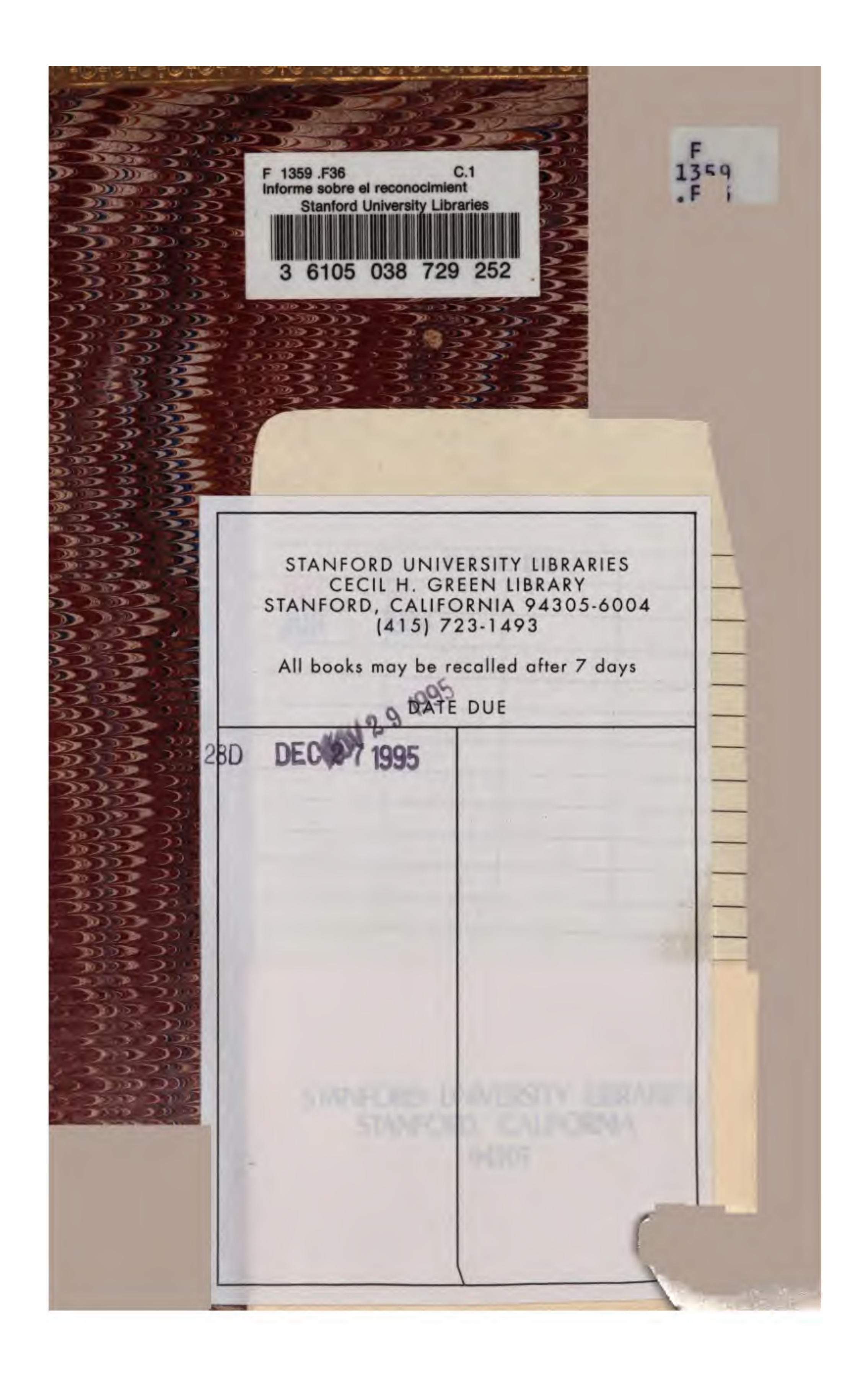
1871.



Lit. de Salazar






F 1359 .F36 C.1
Informe sobre el reconocimient
Stanford University Libraries
3 6105 038 729 252
F
1359
.F
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
CECIL H. GREEN LIBRARY
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004
(415) 723-1493
All books may be recalled after 7 days
DATE DUE
DEC 27 1995

